

CustomLCA

Ökobilanz schweizerische Getränkebranche

Gesamtbericht

Auftraggeber

SVUG
Bundesamt für Umwelt Schweiz (BAFU)
Verein Getränkekarton-Recycling Schweiz

Verfasser

Thomas Kägi und Mareike Weiner, Carbotech AG

Basel, 12.3.2024

Impressum

Auftraggeber

SVUG
Bundesamt für Umwelt Schweiz (BAFU)
Verein Getränkekarton-Recycling Schweiz

Auftragnehmer

Carbotech AG, Basel

Projektleitung

Thomas Kägi, Carbotech

Autor*innen

Thomas Kägi und Mareike Weiner, Carbotech

Externer Review

Dr. Fredy Dinkel, ehemaliger Mitarbeiter der Carbotech AG, nach Pensionierung als selbstständiger Experte tätig.

Hinweis

Dieser Bericht wurde im Auftrag des SVUG, Bundesamtes für Umwelt (BAFU) und Verein Getränkekartonrecycling verfasst. Für den Inhalt ist alleine der Auftragnehmer verantwortlich.

—

Dieser Bericht wurde von der Carbotech AG mit Sorgfalt erarbeitet unter Verwendung aller uns zur Verfügung stehenden, aktuellen und angemessenen Hilfsmittel und Grundlagen, dies im Rahmen der vertraglichen Abmachung mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der Vereinbarung bezüglich eingesetzter Ressourcen. Die verwendeten Daten und Grundlagen der Bewertungsmethode, auf welcher dieser Bericht basiert, können ändern. Danach sind die Schlussfolgerungen nicht mehr uneingeschränkt gültig und vom Auftraggeber nur noch auf eigene Verantwortung verwendbar. Aus dem Inhalt dieses Berichtes hervorgehende Veröffentlichungen, welche Resultate und Schlussfolgerungen daraus nur teilweise und nicht im Sinne des Gesamtberichtes darstellen, sind nicht erlaubt. Insbesondere dürfen solche Veröffentlichungen diesen Bericht nicht als Quelle angeben oder es darf nicht anderweitig eine Verbindung mit diesem Bericht oder der Carbotech AG hergestellt werden können.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Résumé	8
1 Ausgangslage und Auftrag	11
1.1 Ausgangslage	11
1.2 Auftrag	11
2 Vorgehen und Methodik	11
2.1 Allgemeine Beschreibung der Ökobilanzierung	11
2.2 Vorgehen bei der Ökobilanzierung	12
3 Zielsetzung und Rahmenbedingungen	14
3.1 Zielsetzung	14
3.2 Externer Review	14
3.3 Anwendung und Zielgruppe der Studie	14
3.4 Betrachtete Getränkeverpackungen	14
3.4.1 Ist-Stand 2022 und Vergleich mit 2014	14
3.4.2 Vergleich Getränkekarton mit Mehrweg-Glasflasche	15
3.5 Vergleichsbasis, die "funktionelle Einheit"	15
3.6 Systemgrenzen	15
3.7 Allokation	18
3.7.1 Umgang mit Recycling – Allokationsansätze	18
3.7.2 Recycled Content Ansatz (Cut-Off)	18
3.7.3 Substitutionsprinzip (Recyclability substitution approach, ILCD 2010)	19
3.7.4 Circular Footprint Formula (CFF)	20
3.8 Sachbilanz	21
3.8.1 Herkunft Vordergrunddaten	21
3.8.2 Annahmen und Berechnungsgrundlagen	21
3.9 Bestimmung der Umweltauswirkungen (Wirkbilanz)	21
3.10 Bewertung der Umweltbelastungen	22
3.10.1 Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte – UBP)	24
3.10.2 Environmental Footprint Methode EF3.1	24
3.11 Grenzen der vorliegenden Untersuchung	25
3.11.1 Inhaltlich	25
3.11.2 Methodisch	25
3.12 Unsicherheiten	26
4 Datengrundlage Getränkeverpackungen	27
4.1 PET-Flasche	28
4.2 PE-Flasche	29
4.3 Aludose	29
4.4 Getränkekarton	30
4.5 Einweg-Glasflasche	31
4.6 Mehrweg-Glasflasche	32

4.7 PE-Beutel	33
4.8 Stahlfass (keg)	33
4.9 Bag-in-Box	34
4.10 Mehrwegsysteme: Waschen und Transport	34
4.11 Logistik	35
4.11.1 Distribution	35
5 Resultate Getränkeverpackungen	37
5.1 Ist-Stand 2022	37
5.1.1 Getränkesektor	37
5.1.2 Verpackungen ohne Getränke	38
5.1.3 Durchschnittliche Verpackung je Sektor und Liter Getränk	40
5.1.4 Verpackungssysteme pro Liter Getränk	41
5.2 Vergleich 2022 mit 2014	43
5.3 Exkurs Milchsektor	45
5.3.1 Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche in Abhängigkeit der Nutzungszyklen	45
5.3.2 Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche in Abhängigkeit der Transportdistanz	46
5.3.3 Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche in Abhängigkeit der Getränkekarton-Recyclingquote	47
6 Diskussion und Schlussfolgerung	48
6.1 Ist-Analyse Umweltauswirkungen	48
6.2 Rückblick: 2014 vs. 2022	50
6.3 Vergleich Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche	51
7 Ausblick	51
8 Literatur	52
Anhang	8-I
A1 CO₂-Fussabdruck – IPCC 2021	8-I
A2 Umweltfussabdruck - EF 3.1	8-IV
A3 Umweltbelastung und Volumina der Verpackungssysteme je Sektor	8-VII

Zusammenfassung

Der Schweizerische Verein für umweltgerechte Getränkeverpackungen SVUG¹ hat eine Auslegeordnung über künftige Herausforderungen vorgenommen. Um die Diskussion über Verpackungen zu bereichern, möchte der SVUG die Umweltauswirkung der Getränkeverpackungen je Sektor auf Basis der neusten Methodik zur Erstellung einer Ökobilanz kennen. Er möchte das Potenzial für Einsparungen eruieren, um daraus Ziele ableiten zu können. Das Vorgehen wird vom Bundesamt für Umwelt BAFU unterstützt, welches ebenfalls an den Umweltwirkungen von Getränkeverpackungen interessiert ist. Zusätzlich soll im Auftrag des Vereins Getränkekartonrecycling Schweiz der Milchsektor berücksichtigt werden.

Gemäss Auftrag sollen folgende konkreten Ziele erarbeitet werden:

- 1) Ist-Analyse der Umweltauswirkungen der gesamten Getränkebranche mittels Ökobilanzierung
 - a) Aufgeteilt in die sechs Sektoren Bier, Mineralwasser & Softdrinks, Obstsaft, Wein, Spirituosen sowie Milch
 - b) Beiträge der Verpackungssysteme je Sektor und Gegenüberstellung zum Inhalt
- 2) Entwicklung der Umweltbelastung
 - a) Umweltbelastung 2014 im Vergleich zu 2022
- 3) Vergleich von Getränkekarton und Mehrwegglas in Abhängigkeit der Anzahl Nutzungen, Transportdistanzen und Recyclingquoten am Beispiel der Milchverpackungen

Die Studie richtet sich in erster Linie an die Auftraggeber. Die Erkenntnisse stützen sich auf aktuelle Daten und sollen einen faktenbasierten Dialog über die ökologischen Auswirkungen der untersuchten Getränkeverpackungen fördern.

Für den ökologischen Vergleich der verschiedenen Getränkeverpackungen wurde die Methode der Ökobilanzierung verwendet. Dies ist heute die umfassendste und aussagekräftigste Methode, um die Umweltauswirkungen von Produkten und Systemen zu beurteilen. Als Vergleichsbasis wird für diese Untersuchung verwendet:

- Jährlicher Getränkekonsum (für die Darstellung der absoluten Umweltbelastung je Getränkesektor)
- 1 Liter Getränk (für den Vergleich der Verpackungssysteme untereinander)

Daten für die Verpackungsmengen je Getränkesektor wurden vom SVUG zur Verfügung gestellt. Die Herstellung und Verwertung bzw. Entsorgung der diversen Getränkeverpackungen wurden aus kürzlich durchgeführten, bestehenden Studien entnommen und mit den SVUG-Daten verknüpft.

Zur Beurteilung der Auswirkungen auf die Umwelt wurden sowohl verschiedene Einzelwirkungen auf die Umwelt als auch verschiedene vollaggregierende Bewertungsmethoden beigezogen und für die Validierung der Schlussfolgerungen verwendet. Im Bericht wurden zur Darstellung der Ergebnisse die Berechnungen mit der gesamttaggregierenden Methode der ökologischen Knappheit (MöK 21) gewählt.

¹ www.getraenkeverpackungen.ch

Erkenntnisse

- Relevanz der Verpackungen
 - Abgesehen von Mineralwasser ist der Inhalt aus ökologischer Perspektive viel relevanter als die Verpackung. Dies gilt insbesondere für Sektoren, in denen das Getränk bei der Herstellung eine vergleichsweise hohe Umweltbelastung verursacht, wie z. B. Milch und Obstsaft.
- Einsatz der Getränkeverpackungen
 - Je nach Getränketypp kommen verschiedene geeignete Verpackungssysteme zum Einsatz. Es gibt keine Getränkeverpackung, die für alle Getränketypen die optimalste Verpackung darstellt.
- Bezogen auf die Verpackungen alleine
 - Aus Umweltsicht ist v. a. die Herstellung der Verpackung relevant.
 - Getränkeverpackungen mit einer eher tiefen Umweltbelastung weisen als Charakteristik auf, dass sie leicht, Grossgebilde oder mehrmals verwendbar sind. Der Nutzen des Recyclings ist stark materialabhängig. Daher ist eine hohe Recyclingquote alleine noch keine Garantie für eine ökologische Getränkeverpackung.
 - Getränkeverpackungen mit einer eher höheren Umweltbelastung zeichnen sich meistens dadurch aus, dass sie eher schwer sind, eine geringe Füllmenge haben oder nur einmal genutzt werden.
 - Bei Mehrweg-Verpackungen spielen Umlaufzahlen und Transportdistanzen eine wesentliche Rolle bei der Errechnung der Umweltbelastung.
- Vergleich 2014 zu 2022
 - Die Resultate der beiden Jahre sind sehr ähnlich. Die Resultate zeigen zwar eine leichte Veränderung an dem einen oder anderen Verpackungssystem in dem jeweiligen Sektor, ob dies jedoch auf eine Gewichtsveränderung des Behälters oder auf eine Verschiebung der Gebindegrößen (z.B. vermehrt 0.5 anstatt 1 L Flaschen) zurückzuführen ist, kann aus den vom SVUG zur Verfügung gestellten Daten nicht abschliessend geklärt werden. Es lassen sich jedoch einige Trends ableiten (siehe Kapitel 5.2).
- Vergleich Getränkekarton vs. Mehrweg-Glas (MW) am Beispiel der Milch
 - Die Resultate haben gezeigt, dass bei weniger als 8 Nutzungszyklen der Getränkekarton der MW-Glasflasche vorzuziehen ist und über 8 Nutzungszyklen beide Verpackungssysteme ähnlich gut abschneiden. Wird für die Rückführung eine Distanz von mehr als 210 km zurückgelegt, ist der Getränkekarton von Vorteil. Die durchschnittliche Transportdistanz bei Milchverpackungen liegt zwischen 100 und 160 km; bei dieser Transportdistanz sind beide Varianten als gleichwertig zu betrachten. In Bezug auf die Recyclingquote des Getränkekartons hat der Getränkekarton ab einer Recyclingquote von 55 % eine geringere Umweltbelastung (siehe Kapitel 5.3).

Präferenz von Verpackungen je Getränktyp aus ökologischer Sicht

Die Getränkeverpackungen die je nach Getränktyp und Konsumgegebenheit unter Berücksichtigung der verschiedenen Funktionen (Schutz, Logistik und Information) aus Sicht der Ökologie am besten abschneiden, sind in untenstehender Tabelle dargestellt. Die Anordnung der einzelnen Verpackungssysteme entspricht keiner Rangordnung.

Tabelle 1: Präferenz von Verpackungen je Getränktyp aus ökologischer Sicht

Getränktyp	Konsum privat	Konsum ab Ausschank
Bier	Glasflasche MW	Stahlfass (keg)
	Aludose	Glasflasche MW
Mineralwasser & Softdrinks	PET-Flasche	Glasflasche MW
	Glasflasche MW	
Obstsaft	Getränkekarton	Getränkekarton
	Bag-in-Box	Bag-in-Box
	PET-Flasche	PET-Flasche
Wein	Getränkekarton	Getränkekarton
	Bag-in-Box	Bag-in-Box
	PET-Flasche	Glasflasche MW
	Glasflasche EW (für lagerfähige Weine)	
Spirituosen	PET-Flasche	Glasflasche
	Glasflasche EW (für lagerfähige Spirituosen)	
Milch	PE-Beutel (Past Milch)	-
	Getränkekarton	
	Glasflasche MW	

Es gibt somit nicht eine Getränkeverpackung, die für alle Getränktypen in Frage kommt. Es braucht aus gutem Grund unterschiedliche Verpackungslösungen, weil die Anforderungen an die drei Funktionen Schutz, Logistik und Information unterschiedlich sind.

Résumé

L'Association suisse pour des emballages de boissons respectueux de l'environnement (SVUG)² a dressé un état des lieux des défis à venir. Afin d'enrichir le débat sur les emballages, la SVUG souhaite connaître l'impact environnemental des emballages pour boissons par secteur, sur la base de la dernière méthodologie relative aux écobilans. Il souhaite déterminer s'il y a un potentiel d'économie d'impact environnemental afin de pouvoir en déduire des objectifs. La démarche est soutenue par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), qui s'intéresse également à l'impact environnemental des emballages de boissons. En outre, l'association Recyclage des briques à boisson Suisse a demandé de prendre en compte le secteur laitier.

Conformément au mandat, il s'agit de répondre aux objectifs suivants:

- 4) Analyse de la situation actuelle concernant l'impact environnemental de l'ensemble du secteur des boissons au moyen d'un écobilan
 - a) répartie en six secteurs : bière, eau minérale et boissons non alcoolisées, jus de fruits, vin, spiritueux et lait
 - b) prenant en compte les contributions des systèmes d'emballage par secteur et comparaison avec le contenu de l'emballage.
- 5) Évolution de la charge environnementale
 - a) Impact environnemental en 2014 par rapport à 2022
- 6) Comparaison entre les briques à boissons en carton et le verre réutilisable en fonction du nombre d'utilisations, des distances de transport et des taux de recyclage, à l'exemple des emballages de lait

L'étude s'adresse en premier lieu aux mandataires. Les conclusions s'appuient sur des données récentes et visent à encourager un dialogue basé sur des faits concernant l'impact écologique des emballages pour boissons visés dans cette étude.

La méthode de l'analyse du cycle de vie (ACV) a été utilisée pour comparer les différents emballages de boissons d'un point de vue écologique. L'ACV est aujourd'hui la méthode la plus complète et la plus pertinente pour évaluer l'impact environnemental de produits et de systèmes. La base de comparaison utilisée pour cette étude est la suivante

- Consommation annuelle de boissons (pour représenter l'impact environnemental absolu par secteur de boissons)
- 1 litre de boisson (pour comparer les systèmes d'emballage entre eux)

Les données relatives aux quantités d'emballages par secteur de boissons ont été fournies par la SVUG. Les informations concernant la production et le recyclage ou l'élimination des divers emballages de boissons ont été tirées d'études récentes existantes et reliées aux données de la SVUG.

Pour évaluer l'impact sur l'environnement et valider les conclusions, différentes méthodes d'évaluation ont été utilisées, prenant en compte à la fois des catégories d'impact individuelles que l'impact global. Dans le rapport, les calculs effectués à l'aide de la méthode globale de la saturation écologique (MöK 21) ont été choisis pour présenter les résultats.

² www.getraenkeverpackungen.ch

Conclusions

- Pertinence des emballages
 - Hormis l'eau minérale, d'un point de vue environnemental, le contenu est beaucoup plus pertinent que l'emballage. C'est particulièrement vrai dans les secteurs où la production de la boisson a un impact environnemental relativement important, comme le lait et les jus de fruits.
- Utilisation des emballages de boissons
 - Différents systèmes d'emballage sont adaptés à différents types de boisson. Il n'existe pas d'emballage pour boissons qui convienne le mieux à tous les types de boissons en même temps.
- Emballages sans leur contenu
 - D'un point de vue environnemental, c'est surtout la production de l'emballage qui compte.
 - Les emballages de boissons qui ont un impact relativement faible sur l'environnement sont généralement plus légers, peuvent contenir des volumes plus élevés ou sont réutilisables. L'utilité du recyclage y dépend fortement du matériau. C'est pourquoi un taux de recyclage élevé ne garantit pas à lui seul un emballage de boissons écologique.
 - Les emballages de boissons ayant un impact environnemental relativement élevé se caractérisent généralement par le fait qu'ils sont plutôt lourds, peuvent contenir des volumes plus faibles ou ne peuvent être utilisés qu'une seule fois.
 - Pour les emballages réutilisables, le nombre de cycles d'utilisation et les distances de transport jouent un rôle essentiel dans le calcul de l'impact environnemental.
- Comparaison entre 2014 et 2022
 - Les résultats des deux années sont très similaires. Les résultats montrent certes une légère modification de l'un ou l'autre système d'emballage dans le secteur concerné, mais les données mises à disposition par la SVUG ne permettent pas de déterminer de manière définitive si cela est dû à une modification du poids du récipient ou à l'évolution de la taille des emballages (p. ex. davantage de bouteilles de 0,5 l au lieu de 1 l). Il est toutefois possible de dégager quelques tendances (voir chapitre 5.2).
- Comparaison entre les briques à boisson et le verre réutilisable à l'exemple du lait
 - Les résultats ont montré que pour moins de 8 cycles d'utilisation, la brique à boissons en carton est préférable à la bouteille en verre RU et qu'au-delà de 8 cycles d'utilisation, les deux systèmes d'emballage obtiennent des résultats similaires. Si la distance parcourue pour le retour est supérieure à 210 km, la brique à boissons a moins d'impact. La distance moyenne de transport des emballages de lait se situe entre 100 et 160 km ; pour cette distance de transport, les deux variantes peuvent être considérées comme étant équivalentes. En ce qui concerne le taux de recyclage de la brique à boissons, celle-ci a un impact environnemental moindre à partir d'un taux de recyclage de 55 % (voir chapitre 5.3).

Recommandation quant au choix des emballages par type de boisson d'un point de vue écologique

Les emballages de boissons les plus performants d'un point de vue écologique, selon le type de boisson et le contexte de consommation et en tenant compte des leurs différentes fonctions (protection, logistique et information), sont présentés dans le tableau ci-dessous. La disposition des différents systèmes d'emballage ne correspond à aucun classement.

Tableau 2 : Recommandation quant au choix des emballages par type de boisson d'un point de vue écologique

Type de boisson	Consommation privée	Consommation dans la restauration
Bière	Bouteille en verre RU Boîte en aluminium	Fût en acier (keg) Bouteille en verre RU
Eau minérale & boissons non alcoolisées	Bouteille en PET Bouteille en verre RU	Bouteille en verre RU
Jus de fruits	Brique à boissons Bag-in-Box Bouteille en PET	Brique à boissons Bag-in-Box Bouteille en PET
Vin	Brique à boissons Bag-in-Box Bouteille en PET Bouteille en verre (pour les vins conservables longtemps)	Brique à boissons Bag-in-Box Bouteille en verre RU
Spiritueux	Bouteille en PET Bouteille en verre UU (pour les spiritueux conservables longtemps)	Bouteille en verre
Lait	Sachet PE (lait pasteurisé) Brique à boissons Bouteille en verre RU	-

Il n'existe donc pas un seul emballage pour boissons qui convienne à tous les types de boissons. Le fait qu'il y ait différentes solutions d'emballage est donc justifié, car les exigences relatives aux trois fonctions - protection, logistique et information - sont différentes.

1 Ausgangslage und Auftrag

1.1 Ausgangslage

Der Schweizerische Verein für umweltgerechte Getränkeverpackungen SVUG³ hat eine Auslegeordnung über künftige Herausforderungen vorgenommen. Um die Diskussion über Verpackungen zu bereichern, möchte der SVUG die Umweltauswirkung der Getränkeverpackungen je Sektor auf Basis der aktuellen Datenlage und neusten Bewertungsmethoden zur Erstellung einer Ökobilanz kennen. Er möchte das Potenzial für Einsparungen eruieren, um daraus Ziele ableiten zu können. Das Vorgehen wird vom Bundesamt für Umwelt BAFU unterstützt, welches ebenfalls an den Umweltwirkungen von Getränkeverpackungen interessiert ist. Zusätzlich soll im Auftrag des Vereins Getränkekartonrecycling Schweiz Mehrwegsysteme und Recyclingquoten des Getränkekartons für den Milchsektor analysiert werden.

1.2 Auftrag

Gemäss Auftrag sollen folgende konkreten Ziele erarbeitet werden:

- 1) Ist-Analyse der Umweltauswirkungen der gesamten Getränkebranche mittels Ökobilanzierung
 - a) Aufgeteilt in die sechs Sektoren Bier, Mineralwasser & Softdrinks, Obstsaft, Wein, Spirituosen sowie Milch
 - b) Beiträge der Verpackungssysteme je Sektor und Gegenüberstellung zum Inhalt
- 2) Entwicklung der Umweltbelastung: Umweltbelastung im Jahre 2014 im Vergleich zu 2022
- 3) Vergleich von Getränkekarton und Mehrwegglas in Abhängigkeit der Anzahl Nutzungen und Transportdistanzen am Beispiel der Milchverpackungen

Die Carbotech AG wurde beauftragt, diese Ziele und Fragestellungen in einer Studie zu erarbeiten respektive zu beantworten. Zusätzlich wird ein begleitender Review durch einen unabhängigen Experten durchgeführt.

2 Vorgehen und Methodik

Die Lebenszyklusanalyse oder Ökobilanzierung zählt zu den umfassendsten und aussagekräftigsten Methoden, um die Umweltauswirkungen von Produkten und Systemen zu beurteilen. Daher wird diese Methode verwendet, um die Umweltauswirkungen der betrachteten Getränkeverpackungen zu eruieren.

In diesem Kapitel werden die verwendete Methode, das Vorgehen sowie die verwendeten Daten und die getroffenen Annahmen beschrieben.

2.1 Allgemeine Beschreibung der Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung oder Lebenszyklusanalyse ("Life Cycle Assessment", LCA) ist eine Methode, um die Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf die Umwelt zu erfassen, zu beurteilen und daraus

³ www.getraenkeverpackungen.ch

Optimierungspotentiale abzuleiten. Aufgrund der Komplexität der Natur und des globalen Wirtschaftssystems reicht es nicht, nur einzelne Problemstoffe oder lokale Auswirkungen zu betrachten. Aus dem Anspruch an eine umfassende Bewertung ergeben sich die folgenden Anforderungen an die Methode:

- Möglichst umfassende Berücksichtigung der verschiedenen Umweltauswirkungen
- Berücksichtigung des gesamten Lebensweges
- Quantifizierung der Umweltauswirkungen
- Bewertung der verschiedenen Auswirkungen als Basis für Entscheidungen
- Wissenschaftlich abgestützt, um eine hohe Zuverlässigkeit und Akzeptanz zu erreichen

Die Ökobilanzierung ist diejenige Methode, welche heute diese Anforderungen am besten erfüllt. Die Ergebnisse der Ökobilanz können eingesetzt werden:

- als Entscheidungshilfen bei verschiedenen Varianten
- zur Erfassung der relevanten Auswirkungen
- in der strategischen Planung zur Ermittlung von Optimierungspotentialen
- zur Ermittlung der wesentlichen Einflussfaktoren
- zur Beurteilung von Massnahmen
- zur Ableitung von Handlungsempfehlungen

2.2 Vorgehen bei der Ökobilanzierung

Nachdem die Fragestellung und die zu untersuchenden Systeme definiert sind, werden die Waren-, Stoff- und Energieflüsse sowie der Ressourcenbedarf erfasst. Anschliessend werden die Auswirkungen auf die Umwelt mit Hilfe von gewählten Indikatoren, welche diese Wirkungen beschreiben, bestimmt. Mit dem Ziel, die Ergebnisse mit einer Kennzahl auszudrücken und damit die Auswertung zu ermöglichen oder zumindest zu erleichtern, kann eine Bewertung der verschiedenen Umweltauswirkungen durch eine entsprechende Gewichtung erfolgen.

Nach ISO 14'040 (ISO, 2006a) und ISO 14'044 (ISO, 2006b) umfasst eine Ökobilanz die folgenden Schritte:

- Festlegen der Zielsetzungen und Systemgrenzen (Rahmenbedingungen)
- Erfassen der relevanten Stoff- und Energieströme sowie den Ressourcenbedarf (Sachbilanz)
- Bestimmen der Auswirkungen auf die Umwelt (Wirkbilanz)
- Interpretation der Umweltauswirkungen aufgrund der Zielsetzungen
- Erarbeiten von Massnahmen (Optimierung)

Wie Abbildung 1 zeigt, ist dies kein linearer Prozess, sondern ein interaktiver Erkenntnis- und Optimierungsprozess.

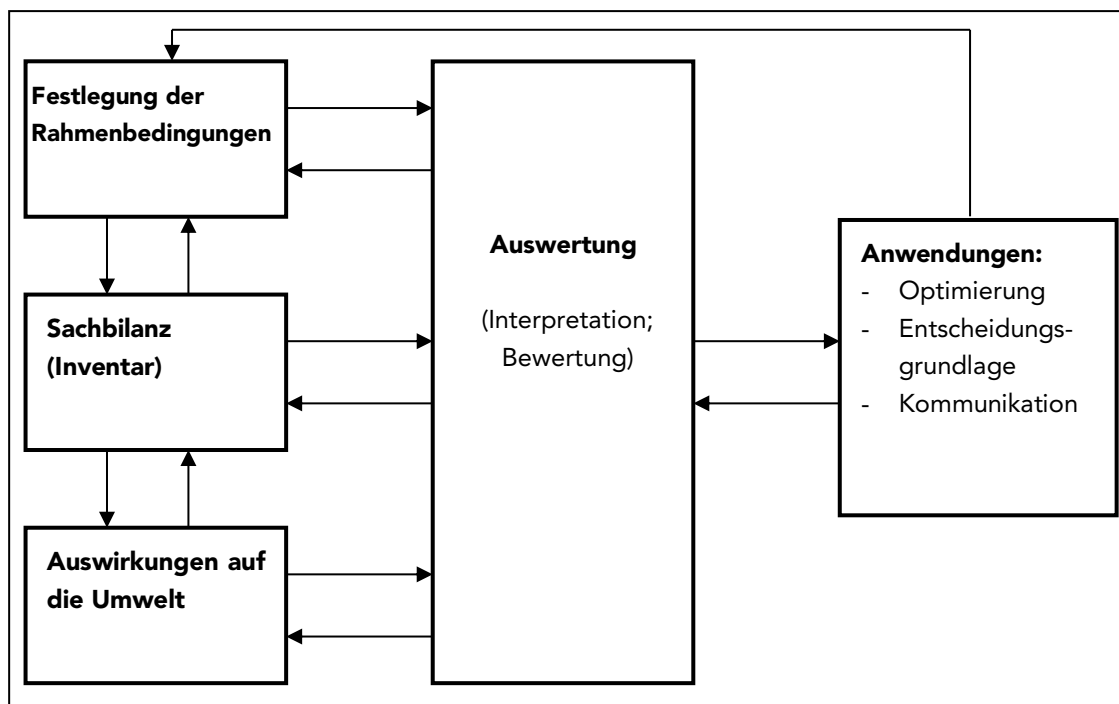


Abbildung 1: Schritte einer Ökobilanz nach ISO 14040

Die vorliegende Studie richtet sich weitgehend nach der Norm ISO 14'040; das Vorgehen entspricht in den wesentlichen Aspekten deren Anforderungen. In gewissen Punkten, wie der Verwendung von gesamt aggregierenden Methoden, geht die vorliegende Studie jedoch über die Norm hinaus.

3 Zielsetzung und Rahmenbedingungen

Die Definition der zu untersuchenden und vergleichenden Systeme hängt von der Zielsetzung bzw. Fragestellung ab. Daraus ergeben sich unterschiedliche Rahmenbedingungen und Systemgrenzen. Die Systemgrenzen definieren, welche Prozesse und vorgelagerten Prozesse berücksichtigt werden. Dabei müssen der zeitliche und geographische Rahmen der verwendeten Daten sowie die zu untersuchenden Umweltauswirkungen festgelegt werden. Dies ist der erste und sehr wichtige Schritt bei der Erstellung einer Ökobilanz.

3.1 Zielsetzung

Wie in Kapitel 1 bereits erwähnt, sollen mit dieser Arbeit die folgenden Ziele erarbeitet werden:

1. Ist-Analyse der Umweltauswirkungen der gesamten Getränkebranche mittels Ökobilanzierung
 - Aufgeteilt in die 6 Sektoren Bier, Mineralwasser & Softdrinks, Obstsaft, Wein, Spirituosen sowie Milch
 - Beiträge der Verpackungssysteme je Sektor und Gegenüberstellung zum Inhalt
2. Entwicklung der Umweltbelastung: Umweltbelastung im Jahre 2014 im Vergleich zu 2022
3. Vergleich von Getränkekarton und Mehrwegglas in Abhängigkeit der Anzahl Nutzungen, Transportdistanzen und Recyclingquoten am Beispiel der Milchverpackungen

3.2 Externer Review

Die Studie wurde einem Critical Review angelehnt an ISO 14'040/44 (2006a, b) unterzogen. Der Review wurde studienbegleitend durchgeführt. Als Gutachter wurde Dr. Fredy Dinkel, Autor der Getränkeverpackungsstudie 2014 (Dinkel & Kägi, 2014), beigezogen. Er ist in der Zwischenzeit pensioniert und macht noch Expertentätigkeiten als Selbständigerwerbender u.a. im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt.

3.3 Anwendung und Zielgruppe der Studie

Die Studie richtet sich in erster Linie an den Auftraggeber. Die Erkenntnisse stützen sich auf aktuelle Daten und sollen einen faktenbasierten Dialog über die ökologischen Auswirkungen der untersuchten Getränkeverpackungen fördern.

3.4 Betrachtete Getränkeverpackungen

3.4.1 Ist-Stand 2022 und Vergleich mit 2014

Seitens der Auftraggebenden wurde gewünscht, sechs verschiedene Getränkesektoren zu betrachten, um mögliche systembedingte Unterschiede zwischen den Verpackungen (z. B. unterschiedliche Gewichte pro Liter Füllgut) korrekt abzubilden. Die Auswahl der Getränkeverpackungen basiert auf dem Bedürfnis der Auftraggebenden und den häufigsten verwendeten Getränkeverpackungen pro Getränkesektor:

Tabelle 3: Verbreitetste Verpackungssystem je Getränkesektor

Verpackungs-system	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
PET-Flasche		x	x			x
PE-Flasche						x
Aludose	x	x			x	
Getränk karton		x	x	x		x
Glasflasche EW	x		x	x	x	
Glasflasche MW	x	x	x	x		x*
PE-Beutel						x
Stahlfass (keg)	x					
Bag-in-Box				x		

* Glasflasche MW ist bei Milch zwar nicht verbreitet, jedoch ist deren Einführung geplant/in Diskussion, weswegen es hier aufgelistet ist

3.4.2 Vergleich Getränkekarton mit Mehrweg-Glasflasche

Für den Vergleich der Getränkekartons mit MW-Glas in Abhängigkeit der Nutzungszyklen, Transportdistanzen und Recyclingquoten wurde eine typische 1 L Getränkekartonverpackung (Durchschnitt von UHT und Past, entsprechend der Marktanteile) sowie eine typische MW-Glas-Verpackung (1 L Glasflasche) gewählt.

3.5 Vergleichsbasis, die "funktionelle Einheit"

Die Bewertung eines Produktes oder Prozesses muss immer relativ zu Alternativen erfolgen, welche denselben Nutzen erbringen bzw. dieselbe Funktion erfüllen. Die Grösse, auf welche sich der Vergleich bezieht, wird als funktionelle Einheit bezeichnet.

Als funktionelle Einheiten werden für diese Untersuchung verwendet:

- Jährlicher Getränkekonsum (für die Darstellung der absoluten Umweltbelastung je Getränkesektor)
- 1 Liter Getränk (für den Vergleich der Verpackungssysteme untereinander)

3.6 Systemgrenzen

Die Ökobilanz betrachtet die potentiellen ökologischen Auswirkungen der Verpackungskomponenten "von der Wiege bis zur Bahre", d. h. von der Extraktion der Rohstoffe über deren Verarbeitung zu Packstoffen und Verpackungen, inklusive der Transportprozesse, der Nutzung und bis hin zur Entsorgung. Entsprechend des Ökobilanz-Ansatzes werden soweit möglich alle umweltrelevanten Prozesse über den gesamten Lebensweg erfasst und bewertet.

Inhaltliche Systemgrenzen

Die vorliegende Studie umfasst im Wesentlichen die folgenden Prozesse und Dienstleistungen (siehe auch Abbildung 2):

- Herstellung, Recycling und Entsorgung der Getränkeverpackung
- Herstellung, Recycling und Entsorgung der Transportverpackung
- Herstellung von Grund- und Hilfsstoffen sowie materiellen Ressourcen wie Wasser
- Transporte der Grund- und Hilfsstoffe inkl. der dazu benötigten Infrastruktur und Treibstoffbereitstellung
- Distribution vom Abfüller zum Verkaufsort inkl. der dazu benötigten Infrastruktur und Treibstoffbereitstellung
- Retrodistribution bei Recycling und Mehrwegverpackungen inkl. der dazu benötigten Infrastruktur und Treibstoffbereitstellung
- Bereitstellung und Nutzung der Energieträger wie Erdöl, Erdgas, Kohle oder Strom etc.
- Bereitstellung der (Neben-) Produkte, welche bei der Verwertung entstehen, wie z. B. Strom oder Wärme

Für alle diese Prozesse werden die Auswirkungen durch Emissionen in Boden, Luft und Wasser sowie der Ressourcenbedarf, wie energetische Ressourcen oder Landnutzung, berücksichtigt.

Nicht berücksichtigt werden all jene Lebenswegabschnitte, welche nicht direkt der Getränkeverpackung zuzuordnen sind. In der vorliegenden Studie wurden daher folgende Aspekte nicht berücksichtigt:

- Abfüllung der Getränke
- Transporte, die dem Getränk zuzuordnen sind (siehe dazu Kapitel 4.11.1)
- Emissionen am Verkaufspunkt
- Heimtransport vom Laden durch den Endkonsumenten
- Transport der leeren Verpackungen von zuhause zur Sammelstelle (siehe dazu Dinkel & Kägi 2014)
- Kühlung der Getränke zuhause
- Verluste als Folge von beschädigten Verpackungen (siehe dazu Dinkel & Kägi 2014)

Die Infrastruktur der verschiedenen Verarbeitungsbetriebe wurde abgeschätzt. Erfahrungsgemäss sind deren Beiträge gering und daher nicht entscheidend für das Resultat.

Es wurden möglichst alle Inputmaterialien und -energien berücksichtigt, welche im jeweiligen Teilprozess des Lebensweges mehr als 1 % der Masse, bzw. des Energiebedarfs des Outputs in dem Prozess umfassen.

Die Systemgrenze umfasst auch die Sammlung und Aufbereitung gebrauchter Verpackungen. Für die dabei entstehenden Sekundärmaterialien wurden Gutschriften angerechnet, jedoch wurden für die Nutzenergie aus der thermischen Abfallverwertung keine Gutschriften gegeben (siehe dazu Kapitel 3.7 und 3.7.1).

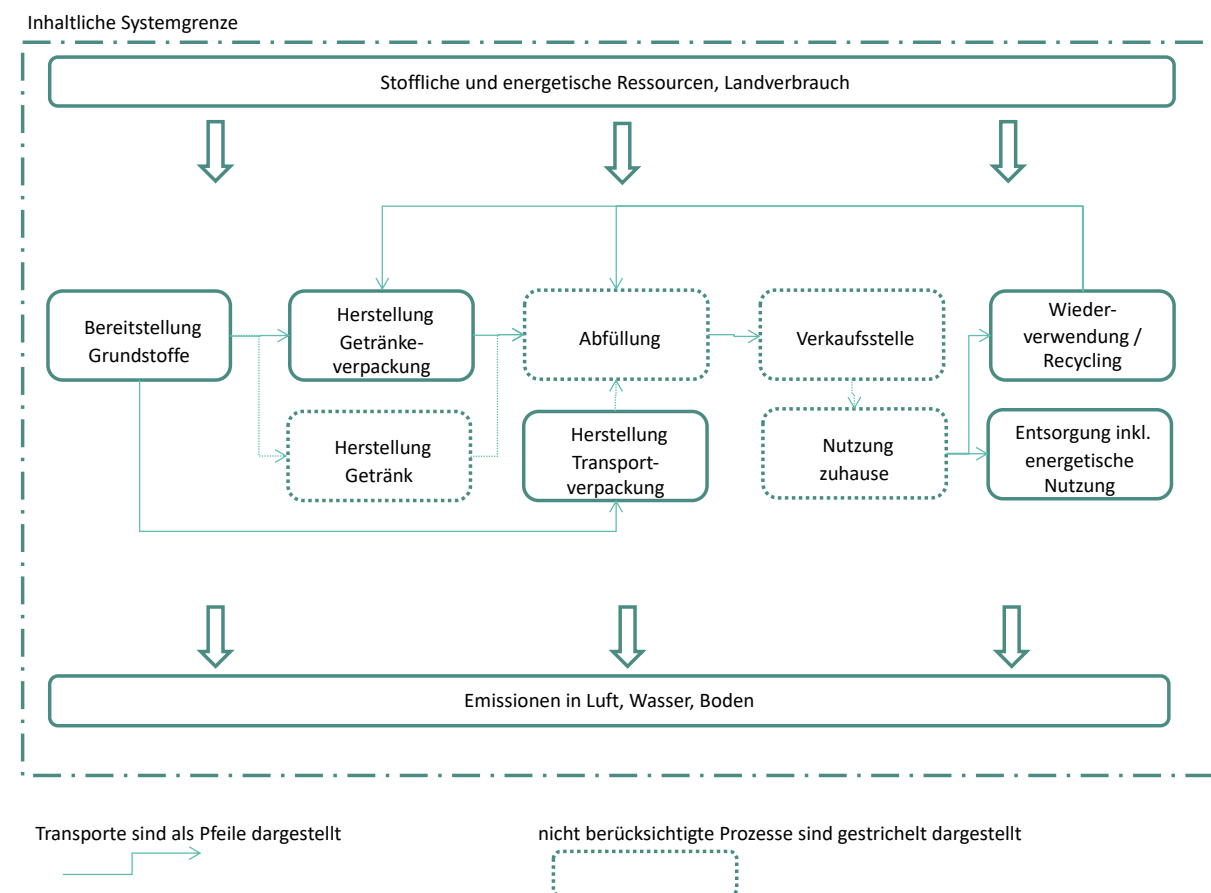


Abbildung 2: Schematische Darstellung der inhaltlichen Systemgrenze

Zeitliche Systemgrenzen

Da es sich bei den untersuchten Getränkeverpackungen um relativ kurzlebige Produkte handelt, wurde als zeitliche Systemgrenze die aktuelle Situation der Schweiz verwendet (2022). Dies bedeutet, dass für alle Vordergrunddaten aktuelle Daten aus dem Jahr 2022 verwendet wurden. Für die Berechnung der Situation 2014 wurden die entsprechenden Daten aus dem Jahr 2014 verwendet. Als Vordergrunddaten werden die in der Sachbilanz erfassten Daten, wie beispielsweise die Mengengerüste je Verpackungssystem, bezeichnet. Die Vordergrunddaten wurden mit den aktuellen Inventaren aus der ecoinvent 3.9.1 Datenbank (ecoinvent, 2023), den sogenannten Hintergrunddaten, verknüpft. Hintergrunddaten sind allgemeine Daten, die verwendet werden, um Lücken in den Vordergrunddaten zu füllen und den Lebenszyklus eines Produkts umfassender zu bewerten (z.B. Daten zur Herstellung von Aluminium).

Räumliche Systemgrenzen

Der geographische Rahmen für die Vordergrunddaten (Kenngrößen der Systeme und Charakterisierung der Verpackungen) dieser Studie ist die Schweiz. Für die Hintergrunddaten (Ökobilanzinventare, Prozessdaten) wurden soweit möglich die Gegebenheiten der entsprechenden Länder oder ein europäischer Mix berücksichtigt. Der in der Realität zu einem gewissen Mass stattfindende Getränkeimport und -export wurde in den Basisszenarien insofern berücksichtigt, als dass mengengewichtete Mittelwerte der Transportdistanzen verwendet wurden.

3.7 Allokation

Die Modellierung der betrachteten Produktsysteme erfordert an verschiedenen Stellen die Anwendung so genannter Allokationsregeln (Zuordnungsregeln). Die Frage der Allokation stellt sich dann, wenn ein Produktsystem neben dem eigentlichen, über die funktionelle Einheit abgebildeten Nutzen, weitere Zusatznutzen erbringt. Dies ist der Fall, wenn das untersuchte Produktsystem Energie- und Materialflüsse für andere Produktsysteme bereitstellt oder Abfälle verwertet. In dieser Studie wurde je nach Fragestellung und Datenbasis ein anderes Allokationsverfahren durchgeführt. Die Wichtigsten werden im Folgenden kurz beschrieben.

3.7.1 Umgang mit Recycling – Allokationsansätze

Viele der untersuchten Verpackungsmaterialien gelangen auf die eine oder andere Weise in ein Recyclingsystem. Damit werden Sekundärmaterialien gewonnen, die Neumaterialien ersetzen können. Zudem werden bei verschiedenen Verpackungen Recyclingmaterialien eingesetzt. Da es verschiedene Ansätze gibt, wie das Recycling angerechnet werden kann, wird im Folgenden hergeleitet, welcher Allokationsansatz bei welchem Material in dieser Studie verwendet wurde.

In der Ökobilanzierung wird zwischen den folgenden zwei Arten von werkstofflichem Recycling unterschieden: "closed loop und open loop" Recycling. Nach ISO 14'040 kennzeichnen sie sich wie folgt (ISO 2006b):

- Geschlossener Kreislauf (closed loop): Bei diesem Kreislauf können aus Rezyklat wieder Produkte in gleicher Qualität hergestellt werden. Das Rezyklat ersetzt neues Material zu 100%. Im Rahmen der Ökobilanzierung ist bei diesem Ansatz nicht wesentlich, dass dasselbe Produkt hergestellt wird, sondern ob das rezyklierte Material dieselben inhärenten Materialeigenschaften wie das ursprüngliche Material besitzt und damit Produkte von gleicher Qualität hergestellt werden können, siehe dazu auch z. B. ISO 14'040.
- Offener Kreislauf (open loop): Bei diesem Kreislauf wird das Rezyklat einer anderen stofflichen Verwertung zugeführt, wobei das Material veränderte Eigenschaften hat. Falls die Qualität des Rezyklats nicht die gleichen Anforderungen wie das Neumaterial erfüllt, kann es wegen der eingeschränkten Verwendung nicht 100% des Neumaterials ersetzen. Es ist daher notwendig, den Minderwert bei der Allokation zu berücksichtigen. Gemäss ISO 14040 können als Basis für die Allokation physikalische Eigenschaften oder ökonomische Werte verwendet werden.

Die Systembetrachtung als geschlossener oder offener Kreislauf kann einen wesentlichen Einfluss auf das Resultat haben, da bei einem offenen Kreislauf üblicherweise dem Rezyklat nicht der volle Wert für den Ersatz von Neumaterial angerechnet wird. Bei den hier untersuchten Systemen sind die Stoffflüsse (offener oder geschlossener Kreislauf) einerseits nicht immer gleich und andererseits nicht immer eindeutig. In dieser Studie wurde für die untersuchten Materialien jeweils der heutige closed loop und open loop Anteil eruiert und entsprechend angerechnet.

Die Festlegung von Allokationsfaktoren lässt sich nicht alleine mit wissenschaftlichen Erwägungen begründen, sondern stellt eine Konvention dar, in die auch Werthaltungen einfließen. Verschiedene, in der Literatur anzutreffende Allokationssätze sind denkbar, wenn es um die Abbildung von Recyclingsystemen geht. Im Folgenden werden die wichtigsten kurz beschrieben.

3.7.2 Recycled Content Ansatz (Cut-Off)

Der Cut-Off Ansatz macht eine klare Trennung im Recyclingzyklus am Punkt, an dem ein Material am Ende seiner Gebrauchsphase der Recyclingsammlung zugeführt wird. Alle kommenden Prozesse werden dem neuen Recyclingprodukt zugeschrieben. Alle vorgängigen Prozesse inklusive Entsorgung (wenn nicht das

gesamte Material dem Recycling zugeführt wird) werden dem vorgängigen Produkt zugeordnet. Der Cut-Off Ansatz wird beispielsweise in der ecoinvent Datenbank verwendet. Sein Vorteil liegt in der einfachen Handhabung und klaren Zuordnung. Der Cut-Off Ansatz begünstigt in erster Linie den Einsatz von Rezyklat. Die Verwertung in einem Recyclingsystem anstatt einer Entsorgung wird insofern «belohnt», dass die Belastung der Entsorgung entfällt.

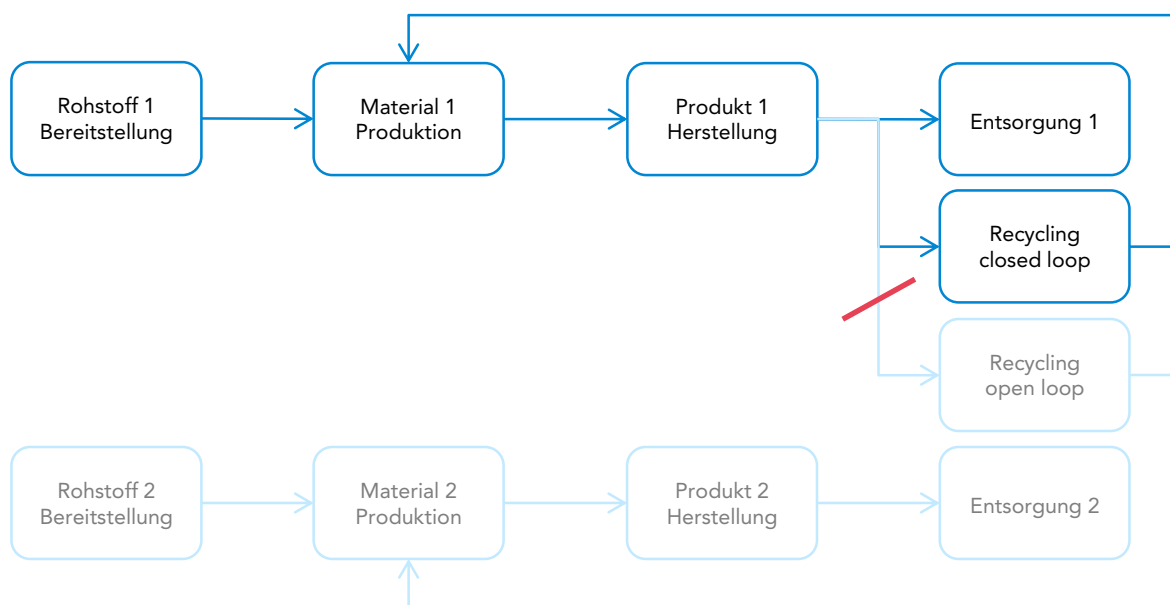


Abbildung 3: Cut Off Ansatz beim Recycling

3.7.3 Substitutionsprinzip (Recyclability substitution approach, ILCD 2010)

Beim Substitutionsprinzip wird für die Recyclingbestrebung eine Gutschrift vergeben, die sich aus der Differenz der Herstellung des Neumaterials und des Recyclingmaterials ergibt. Da beim open-Loop Recycling üblicherweise dem Rezyklat nicht der volle Wert für den Ersatz von Neumaterial angerechnet wird, wird die Gutschrift noch mit einem Faktor, welcher das Werteverhältnis zwischen Neu- und Recyclingmaterial wiedergibt, korrigiert. Das Substitutionsprinzip nach ILCD (European Commission-Joint Research Centre, 2011) wurde insofern angepasst, als dass nicht der ökonomische Faktor, sondern das eigentliche Ersatzpotential verwendet wurde. Das Substitutionsprinzip belohnt die Verwertung in einem Recycling, jedoch nicht den Einsatz von Rezyklat.

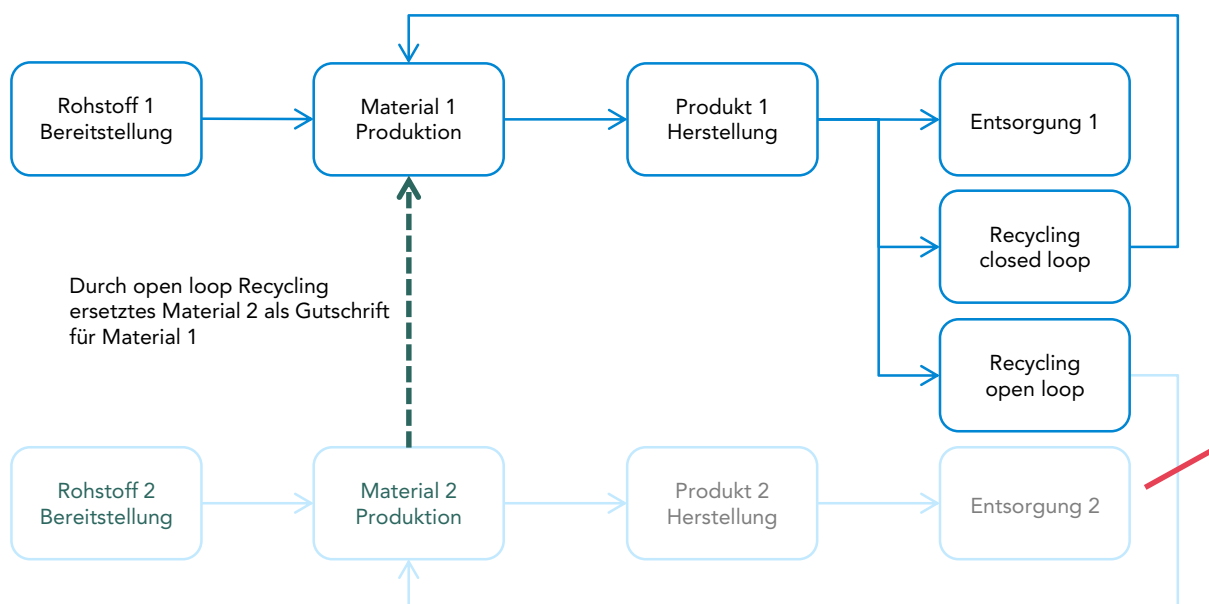


Abbildung 4: Substitutionsprinzip beim Recycling

3.7.4 Circular Footprint Formula (CFF)

Da sich die Resultate ja nach Ansatz teilweise sehr stark unterscheiden, orientiert sich diese Studie für den Umgang mit Post Consumer Recycling (Wiederverwertung von Produkten oder Materialien, die Verbraucher*innen nach Gebrauch entsorgt haben) an der Circular Footprint Formula (CFF) (Rickert & Ciroth, 2020; Wolf, 2020). Die CFF schlägt je nach Material einen anderen Mix aus cut-off und Substitution vor und eignet sich sehr gut, um den Rezyklatanteil einerseits sowie das finale Recycling andererseits sinnvoll miteinzubeziehen. Damit wird sowohl der Einsatz von Recyclingmaterial wie auch das finale Recycling aus Umweltsicht entsprechend belohnt. Die CFF wird von der PEFCR Guideline (European Commission, 2017) für die korrekte Berechnung von Verpackungen empfohlen. Für die genauere Nachvollziehbarkeit der Circular Footprint Formula sei hier auf die Literatur verwiesen.

Tabelle 4: Anteile Substitutionsprinzip und cut-off Prinzip je Materialtyp gemäss CFF

Verpackungssystem	Substitutionsprinzip	Cut-off Ansatz
Alu, Stahl und andere Metalle	80 %	20 %
PE	50 %	50 %
PET	50 %	50 %
Glas	80 %	20 %
Karton/Papier	80 %	20 %

Zu beachten ist, dass die CFF einen pragmatischen Ansatz darstellt, der aus ökologischer Sicht sowohl den Einsatz von Rezyklat wie auch das finale Recycling entsprechend belohnt. Der Ansatz enthält jedoch auch eine gewisse Unschärfe gerade beim festgelegten Verteilschlüssel Anteil Substitutionsprinzip und Cut-off Ansatz.

3.8 Sachbilanz

In der Sachbilanz wird ein Modell für das zu bilanzierende Produktsystem entworfen und es werden die Energie- und Stoffflüsse der damit verbundenen Prozesse erfasst. Diese umfassen:

- Die Beziehungen eines Prozesses mit anderen Prozessen der Technosphäre, wie z. B. Menge an benötigten Rohmaterialien, Hilfsstoffen, Energiebedarf, Transporte oder Verwertungs- beziehungsweise Entsorgungssysteme.
- Die Beziehungen eines Prozesses mit seiner natürlichen Umwelt der Ökosphäre, wie z. B. Bedarf an Ressourcen (fossile Energieträger, Landressourcen etc.) und Emissionen, wie z. B. CO₂, VOC, Methan, Stickoxide u. a.

Für die Berechnung der Sachbilanz und der darauf folgenden Berechnung und Bewertung der Umweltwirkungen wurde die Ökobilanzsoftware SimaPro v9.5 (PRé Consultants, 2023) verwendet.

3.8.1 Herkunft Vordergrunddaten

Daten für die Verpackungsmengen je Getränkesektor wurden vom SVUG zur Verfügung gestellt. Die Herstellung und Verwertung bzw. Entsorgung der diversen Getränkeverpackungen wurden aus kürzlich durchgeführten, bestehenden Studien entnommen und mit den SVUG-Daten verknüpft. Die Datengrundlage pro Getränkeverpackung ist separat im Kapitel 4 näher beschrieben.

3.8.2 Annahmen und Berechnungsgrundlagen

Für die Basisprozesse wie z. B. die Bereitstellung der fossilen Energieträger und des Stromes, die Transporte und die Entsorgung in der KVA, welche für die Erstellung der Sachbilanz benötigt werden, wie auch für die Beziehung der Prozesse mit der natürlichen Umwelt sowie für die Modellierung aller Grundlagenprozesse werden meistens bestehende Grundlagedaten weitgehend aus ecoinvent Version 3.9.1 (ecoinvent, 2023) verwendet. Die Datenbank der Bundesverwaltung (BAFU (Hrsg.), 2021b) wurde nicht verwendet, da einige Schlüsselinventare für diese Studie nicht ausreichend oder in aktuellster Ausführung enthalten sind (z.B. zu Rezyklaten und Aluminium). Bei ecoinvent handelt es sich um Daten, welche einen sehr hohen Qualitätsstandard haben und auch international anerkannt sind. Dabei wurde die Version «allocation by classification» verwendet.

Bei der Verbrennung in der KVA wurden die chemischen Zusammensetzungen der Abfälle und die entsprechenden Transferkoeffizienten berücksichtigt.

3.9 Bestimmung der Umweltauswirkungen (Wirkbilanz)

In diesem Schritt wird die Sachbilanz bezüglich der Auswirkungen auf die Umwelt bewertet. Selbst die Beschränkung auf die "wichtigsten" Stoffe führt sofort zu unübersichtlichen Zahlentabellen, welche nur schwer oder gar nicht zu interpretieren sind. Zudem sind nicht die Stoffemissionen, sondern deren Auswirkungen auf die Umwelt von Bedeutung. Um diese zu bestimmen, wird folgendermassen vorgegangen:

- Klassifizierung (Einteilung der Einflüsse bezüglich ihrer Auswirkungen)
Die Stoffe werden nach ihren unterschiedlichen Wirkungen auf die Umwelt gruppiert.
- Charakterisierung (Berechnung der Auswirkungen auf die Umwelt):
Dabei werden die einzelnen Substanzen entsprechend ihres Schädigungspotentials bezüglich einer Leitsubstanz gegeneinander gewichtet. Daraus ergeben sich die Schädigungspotentiale bezüglich einer bestimmten Umweltauswirkung.

Die im Rahmen der Methode der ökologischen Knappheit 2021 verwendeten Umweltwirkungen (Midpoints) umfassen Wasser-, Energie-, mineralische und biotische Ressourcen, Landnutzung, Klimawandel, Ozonschichtabbau, Hauptschadstoffe und Partikel, krebserregende Stoffe und Schwermetalle in der Luft, Wasser, Boden, Wasserschadstoffe sowie persistente organische Schadstoffe in Wasser und Boden, Pestizide in Boden, radioaktive Substanzen in Luft und Wasser, Lärm und radioaktive sowie nicht radioaktive Abfälle. Auf Ebene der sogenannten Midpoints, wurden alle Indikatoren berechnet, jedoch nur der Indikator Treibhauspotential ausgewiesen.

- Treibhauspotential (GWP)
Einfluss auf das Klima infolge der Emission von klimawirksamen Stoffen wie Kohlendioxid (CO₂), Lachgas (N₂O) oder Methan (CH₄). Diese Auswirkung wird gemäss IPCC aus dem Jahr 2021 (IPCC, 2021) berechnet und in diesem Bericht ausgewiesen.

3.10 Bewertung der Umweltbelastungen

Jede Umweltwirkung (Midpoint) der Wirkungsbilanz deckt nur einen Teilbereich der gesamten Umweltauswirkungen ab. Erst die Berücksichtigung der verschiedenen Auswirkungen gibt jedoch ein umfassendes Bild der ökologischen Auswirkungen. Die Berechnung dieser Indikatoren basiert auf wissenschaftlichen Modellen, daher haben diese Indikatoren auch eine hohe Akzeptanz.

Ein Interpretationsproblem besteht dann, wenn die verschiedenen Auswirkungen unterschiedliche Schlüsse zulassen. So kann zum Beispiel ein untersuchtes Produkt wesentlich geringere Auswirkungen auf das Klima haben als ein anderes, jedoch viel grössere Auswirkungen auf die Gewässer und es stellt sich die Frage, was bei den untersuchten Produkten oder Systemen entscheidend ist. Problematisch dabei ist, dass die Ergebnisse der verschiedenen Wirkkategorien nicht direkt miteinander verglichen werden können. Einerseits sind die Einheiten und damit die Dimensionen unterschiedlich und andererseits wird keine Aussage gemacht, wie problematisch die betreffende Wirkung relativ zur anderen ist. Um diese verschiedenen Auswirkungen zu einer Kennzahl zusammenzufassen oder zumindest die Relevanz der verschiedenen Auswirkungen zu erkennen, wird in zwei Schritten vorgegangen:

- Normalisierung der verschiedenen Auswirkungen, um vergleichbare Grössenordnungen zu erhalten
- Gewichtung der normalisierten Auswirkungen relativ zueinander oder relativ zu Zielvorgaben

Normalisierung

Bei der Normalisierung werden die verschiedenen Wirkungen mit entsprechenden Grössen (Normalisierungsgrösse) normiert. Als Normalisierungsgrösse werden oft die Auswirkungen der durchschnittlichen Bevölkerung im Untersuchungsgebiet verwendet. Das heisst, es werden die gesamten Umweltauswirkungen für ein Land, Europa oder die ganze Welt in einem Jahr berechnet. Dabei werden u. a. Daten über Energiebedarf, benötigte Mengen an Lebensmittel, Konsumgüter und Chemikalien sowie Bautätigkeiten und Transporte etc. verwendet. Die durchschnittliche Auswirkung pro Einwohner ergibt sich aus diesen berechneten Umweltauswirkungen durch Division durch die Bevölkerungszahl im betrachteten Gebiet. Mit der Normalisierung wird erreicht, dass die verschiedenen Wirkungen dieselbe Einheit (Anteil an der Normalisierungsgrösse) und vergleichbare Grössenordnungen erhalten. Die Einheit wird als person equivalent (PE, Personen Äquivalent) bezeichnet.

Die normalisierten Umweltauswirkungen sagen somit aus, welche Anteile die untersuchte Technologie, Dienstleistung oder das untersuchte Produkt an den Umweltauswirkungen einer durchschnittlichen Person im Gebiet der Normalisierung während einem Jahr ausmachten.

Gewichtung

Um die verschiedenen Resultate der Indikatoren zu interpretieren und damit eine fundierte Entscheidungsbasis zu erhalten, müssen die verschiedenen Auswirkungen gewichtet und zu einer Kennzahl zusammengefasst werden. Diese Gewichtung kann nicht mehr auf der Basis von wissenschaftlichen Modellen erfolgen, da es keine wissenschaftliche Grundlage gibt, welche es zum Beispiel erlaubt, die menschliche Gesundheit mit dem Einfluss auf das Klima zu verrechnen. Diese Gewichtung erfolgt auf der Basis von gesellschaftlichen Wertesystemen.

Als Entscheidungshilfe für die Beurteilung werden in dieser Arbeit die folgenden Methoden verwendet, welche die Umweltauswirkungen zu einer Kennzahl (Indikator) zusammenfassen:

- Hauptmethode: Methode der ökologischen Knappheit 2021 (BAFU (Hrsg.), 2021a)
- Zweitmethode: Environmental footprint method – EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023)

Da die Bewertung der verschiedenen Umweltauswirkungen von Wertmassstäben abhängig ist, werden diese gesamtaggregierenden Methoden teilweise abgelehnt, z.B. auch von der ISO-Norm 14'044 für Vergleiche, welche für die Öffentlichkeit bestimmt sind. Dabei ist zu beachten, dass auch die Auswahl der Umweltauswirkungen subjektiv ist. Falls nur ein Teil der Auswirkungen, z. B. Kumulierter Energieaufwand (KEA) und Treibhauspotential betrachtet werden, kommt dies einer Gewichtung der anderen Auswirkungen mit Null gleich. Die Betrachtung der einzelnen Wirkkategorien kann durchaus hilfreich sein, z.B. zur Ermittlung der Ursachen von spezifischen Auswirkungen und Erarbeitung von möglichen Optimierungspotentialen. Als Entscheidungsgrundlage oder für die Betrachtung der gesamten Umweltauswirkungen dürfen jedoch nicht einzelne Umweltaspekte ausgeklammert werden. Dafür sind gesamt aggregierende Bewertungsmethoden nicht nur hilfreich sondern notwendig, siehe zur Diskussion dieses Themas auch (Kägi u. a., 2016). Betreffend der Verwendung der gesamtaggregierender Methoden richtet sich die vorliegende Studie nicht nach der ISO Norm 14'040, sondern weicht von dieser ab. Die Verwendung verschiedener Bewertungsmethoden erlaubt es, die Aussagekraft der Resultate abzusichern.

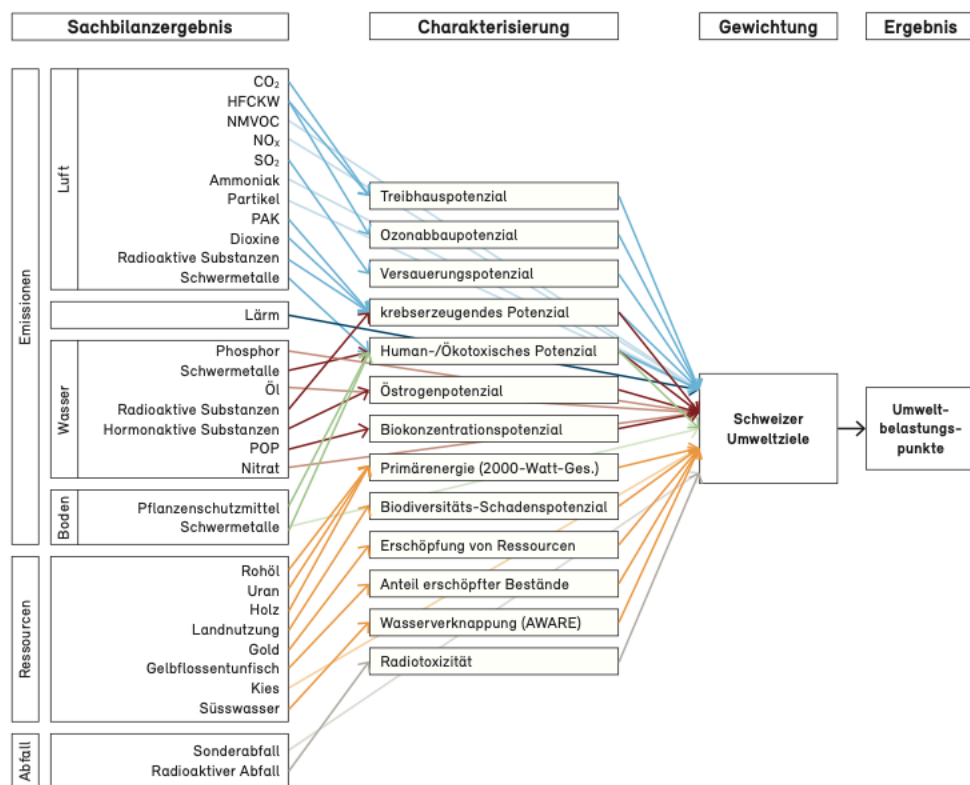


Abbildung 5: Grundschemata der Methode der ökologischen Knappheit (BAFU (Hrsg.), 2021a)

3.10.1 Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte – UBP)

Diese Methode (BUWAL 1990, Überarbeitung 1997, 2006, 2013 und 2021) wurde mit dem Ziel entwickelt, die verschiedenen Umweltauswirkungen zu einer einzigen Kenngrösse (Umweltbelastungspunkte) zusammenzufassen. Es handelt sich um eine Stoffflussmethode, bei der neben den bereits bestehenden Belastungen die umweltpolitischen Ziele der Schweiz berücksichtigt werden. Je grösser die Umweltbelastung eines Produktes ist, desto mehr Umweltbelastungspunkte erzeugt seine Bewertung. In diesem Projekt wurde die kürzlich veröffentlichte Version 2021 (BAFU (Hrsg.), 2021a) als Hauptbewertungsmethode verwendet.

3.10.2 Environmental Footprint Methode EF3.1

Die Environmental Footprint Methode EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023) wurde von der Europäischen Kommission in Auftrag gegeben und enthält Empfehlungen für Behörden und Unternehmen zur Verwendung von Wirkbilanzmethoden sowie zur Durchführung von Bewertungen mit hoher Qualität und Konsistenz. Die Empfehlungen beinhalten eine Auswahl von 16 Wirkungskategorien, die auf den neuesten Erkenntnissen basieren. EF v3.1 beinhaltet auch einen Normalisierungs- und Gewichtungsschritt. Bei der Normalisierung werden die Punktzahlen der verschiedenen Wirkungskategorien von ihren individuellen Einheiten in Bruchteile der durchschnittlichen jährlichen Auswirkungen einer europäischen Person umgerechnet. Dieser Schritt macht die verschiedenen Wirkungskategorien vergleichbar. Die Gewichtung dient dann dazu, die verschiedenen Wirkungskategorien zu einer endgültigen Zahl (einem einzigen Wert) zusammenzufassen.

3.11 Grenzen der vorliegenden Untersuchung

3.11.1 Inhaltlich

Sollten sich an der Art und Ausprägung der untersuchten Getränkeverpackung, deren Zusammensetzung und Recyclingsysteme sowie an alternativen Verwertungswegen grundlegende Änderungen ergeben, so muss allenfalls überprüft werden, ob die für diese Erhebung getroffenen Annahmen und Berechnungen weiterhin Gültigkeit haben.

Die verwendeten Daten beziehen sich vorwiegend auf die Schweiz, deshalb müssten die Szenarien bei einer Übertragung auf das Ausland überprüft werden.

Da der Inhalt aus ökologischer Perspektive einen relevanten Anteil an der Umweltbelastung hat, können Ausgussverluste oder Verluste durch Beschädigung die Ergebnisse stark beeinflussen. Wie die Studie von Dinkel & Kägi (2014) zeigt, können Ausgussverluste bei schlechter Handhabung des Stahlfasses oder beim PE-Milchbeutel relevant sein, sodass diese in der Gesamtbetrachtung nicht mehr besser abschneiden als andere Verpackungssysteme. Insgesamt sind die Verlusten bei den meisten Verpackungssystemen jedoch eher gering und somit nicht relevant (siehe dazu Dinkel & Kägi, 2014). In dieser Studie wurden Verluste nicht berücksichtigt.

Die vorliegende Ökobilanzierung beschränkt sich auf die ökologischen Wirkungen der Getränkeverpackungen. Andere Aspekte wie zum Beispiel soziale Auswirkungen, ökonomische Faktoren oder technische Machbarkeiten sind nicht Inhalt der vorliegenden Studie.

In dem Sinne handelt es sich bei der vorliegenden Studie nicht um eine umfassende Entscheidungsgrundlage, sondern um eine umfassende Analyse des Teilaspektes Umwelt. Diese muss ggf. durch weitere Aspekte entsprechend ergänzt werden.

3.11.2 Methodisch

In dieser Studie wurden neben dem Wirkindikator GWP auch eine gesamtaggrierende Bewertungsmethode verwendet. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Bewertungen der verschiedenen Auswirkungen nicht auf wissenschaftlicher Basis allein beruhen können, sondern auch auf gesellschaftlichen Zielen, Prioritäten und Erkenntnissen. Daher werden diese Methoden teilweise auch abgelehnt bzw. ISO 14'040 empfiehlt, diese nicht für vergleichende Ökobilanzen, die für die Öffentlichkeit bestimmt sind, zu verwenden.

Trotz der Empfehlung der ISO-Norm entschieden wir uns, aus den folgenden Gründen diese Methoden zu verwenden (siehe dazu auch (Kägi u. a., 2016)):

- Die Ergebnisse von gesamtaggrierenden Methoden erlauben eine Gewichtung der verschiedenen Auswirkungen und geben dadurch eine gute Entscheidungsbasis.
- Auch wenn die Gewichtungen nicht "absolut" sind, so sind deren Ergebnisse aussagekräftiger als die Beschränkung auf einige wenige Auswirkungen.
- Die Darstellung aller Auswirkungen gemäss ISO-Norm ist geeignet für die Schwachstellenanalyse und das Finden von Optimierungen. Oft lassen sich jedoch keine (Management-) Entscheidungen daraus ableiten, da die verschiedenen Auswirkungen im Allgemeinen unterschiedliche Resultate zeigen.
- Um bei einer Beschränkung auf die verschiedenen Wirkungen (Midpoint-Indikatoren) dennoch zu einer Aussage zu kommen, wird oft eine Beschränkung auf wenige Auswirkungen vorgenommen oder eine verbal argumentative Bewertung der verschiedenen Auswirkungen gemacht. Zumindest ist dieses Vorgehen

ebenfalls durch subjektive Entscheide des Lesers geprägt und es besteht dabei die Gefahr von Beliebigkeit oder Manipulation.

- Die Resultate der gesamtaggregierenden Methoden lassen sich gut kommunizieren.

Wesentlich ist, dass mehr als eine gesamtaggregierende Methode verwendet wird. Die Resultate sind zusätzlich im Anhang auf Basis des Treibhausgaspotentials (GWP100) (IPCC, 2021) (siehe A1) und der Europäischen Methode «Environmental Footprint» EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023) (siehe A2) dargestellt. Durch die Verwendung von mehr als einer Methode kann die Aussagekraft überprüft werden, da sich daraus eine Sensitivität bezüglich der unterschiedlichen Gewichtungen ergibt. Zudem werden die Ergebnisse dieser gesamtaggregierenden Methoden mit den Ergebnissen der Wirkungen hinterfragt und deren Aussage überprüft.

3.12 Unsicherheiten

Modellierungen von komplexen Systemen, wie dies bei der Ökobilanzierung der Fall ist, sind immer mit Unsicherheiten verbunden. Dabei sind folgende Arten von Unsicherheiten zu unterscheiden:

Messungenaugigkeit

Diese treten zum Beispiel bei der Datenerfassung auf, aufgrund von Messfehlern, älteren Daten, fehlenden Daten oder der Verwendung von Durchschnittsangaben. Diese Unsicherheiten wurden in den Übersichtsgrafiken als Spannbreiten der Ergebnisse entsprechend ausgewiesen.

Systemische Ungenauigkeit

Bei der Modellierung müssen immer wieder Annahmen getroffen werden, z. B. unterschiedliche Transportwege je nach betrachteter Region oder je nach Abfüllvariante oder Anzahl der Recyclingzyklen. Diese Art der Unsicherheit wurde berücksichtigt, indem die Aussagekraft der Ergebnisse mit Hilfe von Relevanz- und Sensitivitätsanalysen überprüft wurde.

Unschärfe oder Unsicherheit

Die Berechnung der Umweltauswirkungen basiert auf Modellen, welche nur bis zu einem gewissen Grad überprüft werden können, zum Beispiel weil die Prognosen in der Zukunft liegen oder die Auswirkungen nicht direkt gemessen werden können, zum Beispiel Humantoxizität. Zudem basieren die Gewichtungen der verschiedenen Auswirkungen auf gesellschaftlichen Werten, welche sich verändern können. Um diese Unschärfe oder Unsicherheit abzuschätzen, wurde neben der Methode der ökologischen Knappheit ergänzend das Treibhausgaspotential GWP100 (IPCC, 2021) sowie die EF 3.1-Methode (European Commission. Joint Research Centre., 2023) angewandt.

4 Datengrundlage Getränkeverpackungen

Die Daten für die Getränkemenge sowie die Gesamtmenge an Primärverpackung, also dem Behälter ohne Deckel und Etikette, basieren auf Angaben des SVUG, mit Ausnahme des Milchsektors. Bei der Milch stammt der Pro-Kopf-Verbrauch von der Vereinigung der Schweizerischen Milchindustrie (VMI) und wurde mit der entsprechenden Bevölkerungszahl des Bundesamtes für Statistik multipliziert, um die gesamte Getränkemenge zu erhalten. Die Gesamtmenge an Primärverpackung des Getränkekartons basiert auf Angaben des Vereins Getränkekartonrecycling Schweiz. Die Aufteilung in die übrigen Verpackungssysteme des Milchsektors basiert auf Schätzungen des Schweizer Detailhandels. Gemäss deren Aussagen wird Konsummilch fast ausschliesslich in PE-Flaschen und im Getränkekarton verkauft. Auf die Bilanzierung von Weissblechdosen wurde aufgrund der sehr geringen Mengen verzichtet.

Tabelle 5: Gesamtmenge der Primärverpackung in Tonnen im Jahre 2022

Menge in Tonnen	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
PET-Flasche	177	39'900	3'750	76	12	8
PE-Flasche	47	329	0	1	26	4'010
Aludose	6'610	6'830	38	292	16	0
Getränkekarton	0	1'640	1'310	192	0	11'200
Glasflasche EW	79'600	13'400	4'800	152'000	21'000	0
Glasflasche MW	50'400	66'000	6'020	14'500	195	232
PE-Beutel	0	0	43	0	0	9
Stahlfass (keg)	22'000	0	0	0	0	0
Bag-in-Box	2	90	5	357	14	0
Total	159'000	128'000	16'000	167'000	21'300	15'500
Total Getränkemenge in hl	4'980'000	18'200'000	1'640'000	2'740'000	303'000	6'550'000

Tabelle 6: Gesamtmenge der Primärverpackung in Tonnen im Jahre 2014

Menge in Tonnen	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
PET-Flasche	152	40'400	4'690	111	51	18
PE-Flasche	0	52	0	2	13	11'500
Aludose	5'920	4'070	9	119	20	0
Getränkekarton	0	1'480	2'540	224	0	8'870
Glasflasche EW	72'700	5'640	4'600	155'000	22'500	0
Glasflasche MW	68'900	72'900	7'420	22'000	88	1'000
PE-Beutel	0	0	6	0	0	24
Stahlfass (keg)	26'400	0	0	0	0	0
Bag-in-Box	0	68	7	300	1	0
Total	174'000	125'000	19'300	177'000	22'600	21'400
Total Getränkemenge in hl	4'780'000	17'700'000	2'250'000	2'950'000	331'000	5'760'000

*Die Werte wurden auf 3 signifikante Stellen gerundet.

Die nachfolgenden Tabellen in den einzelnen Unterkapiteln zeigen jeweils das Durchschnittsgewicht der einzelnen Verpackungsbestandteile pro Liter Getränk. Die Werte entsprechen also nicht einer durchschnittlichen 1 Liter Flasche. Daten zu Materialzusammensetzung und -gewichten von Verpackungen handelsüblicher Füllmengen können aus der Getränkeverpackungsstudie Dinkel und Kägi (2014) entnommen werden.

Für alle Sektoren mit Ausnahme der Milch stammen die Durchschnittsgewichte der Primärverpackung vom SVUG. Die Daten zu den Mengenangaben von Deckel, Etikette usw. basieren auf der Getränkeverpackungsstudie Dinkel und Kägi (2014) und wurden entsprechend der Durchschnittsgewichte von Primärverpackung des jeweiligen Jahres korrigiert. Für den Milchsektor basieren die Daten für 2014 auf der Studie Dinkel und Kägi (2014) und für 2022 auf aktuelleren Werten aus Elsener und Kägi (2023).

4.1 PET-Flasche

Für die Herstellung von PET-Flaschen wurden Schweiz-spezifische Verhältnisse hinsichtlich des ganzen PET-Recyclings mitberücksichtigt. Details des PET-Recyclings wurden der PET-Recycling Studie entnommen (Kägi & Dinkel, 2022). Der durchschnittliche Rezyklat-Anteil bei Schweizer PET-Flaschen lag 2014 bei 30 % und 2022 bei 50 % bei einer Recyclingquote von 80 % gemäss PRS.

Tabelle 7: Verpackungsgewicht der PET-Flasche pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	28.6	36.2	23.8	-	-
PE-Deckel	-	2.6	3.9	2.6	-	-
Sleeve	-	1.4	1.8	1.1	-	-
PE-Folie	-	2.2	2.4	1.6	-	-
Anteil am Volumen*	0.6 %	80 %	64 %	1.2 %	0.5 %	0.0 %

Tabelle 8: Verpackungsgewicht der PET-Flasche pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	28.3	37.0	49.1	131	-
PE-Deckel	-	2.6	4.0	5.3	14.2	-
Sleeve	-	1.4	1.9	2.4	6.3	-
PE-Folie	-	2.2	2.4	3.3	8.9	-
Anteil am Volumen*	0.6 %	82 %	57 %	1.0 %	1.2 %	0.1 %

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.2 PE-Flasche

Tabelle 9: Verpackungsgewicht der PE-Flasche pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	-	-	-	-	33.0
PE-Deckel	-	-	-	-	-	2.9
Etikette	-	-	-	-	-	2.3
PE-Folie	-	-	-	-	-	3.9
Anteil am Volumen*	0.1 %	0.8 %	-	0.0 %	0.7 %	21 %

Tabelle 10: Verpackungsgewicht der PE-Flasche pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	-	-	-	-	34.0
PE-Deckel	-	-	-	-	-	3.4
Etikette	-	-	-	-	-	1.7
PE-Folie	-	-	-	-	-	2.3
Anteil am Volumen*	-	0.0 %	-	0.0 %	0.6 %	52 %

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.3 Aludose

Tabelle 11: Verpackungsgewicht der Aludose pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	31.4	45.1	-	65.1	43.7	-
Transportkarton	13.4	19.2	-	27.7	18.6	-
Anteil am Volumen*	42 %	8.3 %	0.2 %	2.0 %	1.2 %	-

Tabelle 12: Verpackungsgewicht der Aludose pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	36.6	40.8	-	-	40.0	-
Transportkarton	15.6	17.4	-	-	17.1	-
Anteil am Volumen*	34 %	6 %	0 %	1 %	2 %	-

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.4 Getränkekarton

Die Mengendaten für den Getränkekarton im Milchsektor stammen vom Detailhandel. Die Daten bilden den Durchschnitt von Getränkekarton für UHT und Past ab, entsprechend den Marktanteilen des jeweiligen Jahres basierend auf der Statistik der Schweizerischen Milchwirtschaft des VMI. Für das Jahr 2014 wurde zu 71 % der Past-Getränkekarton und zu 29 % der UHT-Getränkekarton berücksichtigt und für das Jahr 2022 zu 74 % Past und zu 26 % UHT. Im Sektor Mineralwasser & Softdrinks kommt der Getränkekarton nur bei stillen Getränken (z.B. stilles Wasser, Eistee) zum Einsatz.

Tabelle 13: Verpackungsgewicht des Getränkekartons pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	32.6	34.5	32.9	-	24.8
PE-Deckel	-	1.6	1.6	4.0	-	6.2
Transportkarton	-	10.9	11.5	11.0	-	8.7
PE-Folie	-				-	
Anteil am Volumen*	-	2.8 %	24 %	2.1 %	-	79 %

Tabelle 14: Verpackungsgewicht des Getränkekartons pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	31.1	34.0	44.9	-	28.5
PE-Deckel	-	1.5	1.6	5.4	-	1.5
Transportkarton	-	10.4	11.4	15.0	-	
PE-Folie	-				-	2.8
Anteil am Volumen*	-	2.7 %	34 %	1.8 %	-	47 %

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

Basierend auf den Studien Dinkel und Kägi (2014) sowie Elsener und Kägi (2023) wurden die Behälter der beiden Getränkekartonvarianten UHT und Past wie folgt modelliert:

Tabelle 15: Bestandteile der Behälter der beiden Getränkekartonvarianten pro Liter Milch

Anteil am Gewicht pro Liter des Behälters	UHT	Past
PE	16 %	16 %
Karton	79 %	84 %
Alu	5 %	-

4.5 Einweg-Glasflasche

Tabelle 16: Verpackungsgewicht der Einweg-Glasflasche pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	607	-	709	683	722	-
Weissblechdeckel	9.0	-	20.4		6.3	-
Korken		-		12.0		-
Etikette	3.9	-	5.3	2.7	2.8	-
PP-Harasse		-				-
Transportkarton	29.4	-	7.4	78.0	82.4	-
Anteil am Volumen*	26 %	0.9 %	4.2 %	83 %	96 %	-

Tabelle 17: Verpackungsgewicht der Einweg-Glasflasche pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	609	-	748	655	708	-
Weissblechdeckel	9.0	-	21.5		6.1	-
Korken		-		11.5		-
Etikette	3.9	-	5.6	2.6	2.8	-
PP-Harasse		-				-
Transportkarton	29.5	-	7.8	74.8	80.8	-
Anteil am Volumen*	25 %	0.4 %	2.7 %	82 %	96 %	-

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.6 Mehrweg-Glasflasche

Die Anzahl Nutzungen der Mehrweg-Glasflasche wurde für alle Sektoren, ausser bei Wein und Spirituosen, auf 19 geschätzt (Elsener & Kägi, 2023). In den Sektoren Wein und Spirituosen liegt die Anzahl Nutzungen bei 4 (eigene Annahme basierend auf Dinkel und Kägi (2014)). In Kapitel 5.3.1 wurde zudem die Sensitivität der Nutzungszyklen anhand des Milchsektors analysiert.

Tabelle 18: Verpackungsgewicht der Mehrweg-Glasflasche pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	853	490	533	613	613	-
Weissblechdeckel	7.0	2.6	2.8		3.2	-
Korken				10.8		-
Etikette	3.0	1.6	1.8	2.4	2.4	-
PP-Harasse	230	136	148			-
Transportkarton				70.0	70.0	-
Anteil am Volumen*	12 %	7.4 %	6.9 %	8.6 %	1.0 %	0.1 %

Tabelle 19: Verpackungsgewicht der Mehrweg-Glasflasche pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	853	490	533	613	-	-
Weissblechdeckel	7.0	2.6	2.8		-	-
Korken				10.8	-	-
Etikette	3.0	1.6	1.8	2.4	-	-
PP-Harasse	230	136	148		-	-
Transportkarton				70.0	-	-
Anteil am Volumen*	17 %	8.4 %	6.2 %	12 %	0.4 %	0.3 %

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrössen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.7 PE-Beutel

Tabelle 20: Verpackungsgewicht des PE-Beutels pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	-	-	-	-	9.0
Transportkarton	-	-	-	-	-	-
PP-Harasse	-	-	-	-	-	60.0
Anteil am Volumen*	-	-	0.8 %	-	-	0.2 %

Tabelle 21: Verpackungsgewicht des PE-Beutels pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	-	-	-	-	-	8.6
Transportkarton	-	-	-	-	-	-
PP-Harasse	-	-	-	-	-	120
Anteil am Volumen*	-	-	0.0 %	-	-	0.4 %

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.8 Stahlfass (keg)

Stahlbehälter haben gemäss Franke (2013) eine ungefähre Lebensdauer von 30 Jahren mit sieben Nutzungen pro Jahr. Daher wurde mit 210 Nutzungen gerechnet.

Tabelle 22: Verpackungsgewicht des Stahlfasses pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	236	-	-	-	-	-
Anteil am Volumen*	19 %	-	-	-	-	-

Tabelle 23: Verpackungsgewicht des Stahlfasses pro Liter Getränk in 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter	236	-	-	-	-	-
Anteil am Volumen*	23 %	-	-	-	-	-

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.9 Bag-in-Box

Tabelle 24: Verpackungsgewicht des Bag-in-Box pro Liter Getränk im Jahre 2022

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter (PE)	-	-	-	10.5	-	-
Behälter (Karton)				43.4		
PE-Deckel	-	-	-	3.9	-	-
Anteil am Volumen*	0.0 %	0.1 %	0.4 %	2.8 %	0.2 %	-

Tabelle 25: Verpackungsgewicht des Bag-in-Box pro Liter Getränk im Jahre 2014

Gramm pro Liter	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsft	Wein	Spirituosen	Milch
Behälter (PE)	-	-	-	9.2	-	-
Behälter (Karton)				37.9		
PE-Deckel	-	-	-	3.4	-	-
Anteil am Volumen*	-	0.3 %	0.4 %	2.2 %	0.1 %	-

*Anteil des Verpackungssystems am Volumen verkaufter Getränke im jeweiligen Sektor. Es werden nur die Gebindegrößen aufgeführt, die mehr als 1 % zum Getränkevolumen des Sektors beitragen.

4.10 Mehrwegsysteme: Waschen und Transport

Daten zum Waschen und dem Rücktransport der Mehrwegsysteme (MW-Glasflasche und Stahlfass) wurden anhand der Studie Elsener und Kägi (2023) ermittelt und mittels den Angaben der alten Getränkeverpackungsstudie (Dinkel & Kägi, 2014) plausibilisiert. Für den Rücktransport der Flaschen sowie der Fässer zur Waschanlage beim Abfüller wurde ein Volumentransport mit einer Distanz von 114 km in einem LKW 16 - 32 t angenommen. Daten zum Waschen von keg (Stahlbehälter) und Mehrwegbechern basieren auf Literaturangaben, übernommen aus der alten Getränkeverpackungsstudie (Dinkel & Kägi, 2014). Informationen zu der Anzahl Nutzungen sind bei den jeweiligen Verpackungssystemen in den vorherigen Kapiteln beschrieben.

4.11 Logistik

4.11.1 Distribution

Für die Transportdistanzen und Transporttypen vom Abfüller über Regionallager bis in den Verkaufsladen wurden für die Schweiz repräsentative Logistikangaben verwendet, basierend auf der alten Getränkeverpackungsstudie (Dinkel & Kägi, 2014). Für die Transportberechnungen vom Abfüller bis zum Regionallager/Verteilzentrum wurde davon ausgegangen, dass die LKWs > 32 t gänzlich gefüllt werden. Nach Ablieferung wurde zusätzlich eine Distanz von 50 km Leertransport dazugerechnet, bevor eine neue Lieferung geladen wird. Es gilt zu beachten, dass nur der durch die Verpackung generierte Transport berücksichtigt wurde. Der Transport des Inhalts wurde nicht eingerechnet. Um den verpackungsbedingten Transport zu berechnen, wurde zuerst für einen LKW > 32 t mit einem Ladegewicht von 23 t die maximale Getränkemenge je Verpackungsart ermittelt. Dazu wurde nebst der Füllmenge und der Primärverpackung auch die Sekundärverpackung berücksichtigt. Die Tertiärverpackung wurde vernachlässigt, mit Ausnahme des Gewichts der Europaletten. Diese Getränkemenge wurde ins Verhältnis zur theoretisch maximalen Getränkemenge von 23 t gesetzt. Daraus wurde der Mehrtransport ermittelt, der aufgrund der Verpackung notwendig ist. Hierzu ein Lesebeispiel: Falls die Verpackung kein Gewicht hätte, könnten 23 t Getränke transportiert werden, da bei Getränketransporten das Gewicht limitierend ist und nicht das Volumen. Falls das Getränk in Glasflaschen verpackt ist, kann aufgrund des Glasgewichtes nur eine halb so grosse Getränkemenge transportiert werden (dies trifft in etwa auf Bier in 0.5 L MW-Glasflaschen zu). D. h. statt einer Fahrt werden zwei Fahrten benötigt, um 23 t Getränk zu transportieren. Die Emissionen dieser zusätzlichen Fahrt werden vollständig der Verpackung angelastet und auf die totale Anzahl Gebinde verteilt. Zusätzlich wurde berücksichtigt, dass ein Teil der Getränke via Schienenverkehr transportiert wird. Für die Feinverteilung mit 16-32 t LKW wurde mittels Tonnenkilometer (tkm) und mittlerer Auslastung gerechnet. Dies führt tendenziell zu einer Überschätzung. Anhand erster Resultate wurde jedoch festgestellt, dass diese Überschätzung von geringer Relevanz für die Ergebnisse ist.

Tabelle 26: Daten für die Distribution

* Inkludiert sind weitere 30 km die mit einem LKW 16-32 t vom Regionallager zum Verkaufsort angenommen wurden.

Distanzen in km	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
PET-Flasche*	183	276	183	405	183	193
<i>davon LKW >32t</i>	153	127	61	375	153	114
<i>davon Bahn</i>	0	119	92	0	0	49
PE-Flasche*	193	193	-	-	193	193
<i>davon LKW >32t</i>	114	114	-	-	114	114
<i>davon Bahn</i>	49	49	-	-	49	49
Aludose*	183	183	183	405	183	-
<i>davon LKW >32t</i>	153	153	153	375	153	-
<i>davon Bahn</i>	0	0	0	0	0	-
Getränkkarton*	-	183	183	405	-	193
<i>davon LKW >32t</i>	-	61	61	375	-	114
<i>davon Bahn</i>	-	92	92	0	-	49
Glasflasche EW*	183	212	183	405	193	-
<i>davon LKW >32t</i>	153	92	61	375	163	-
<i>davon Bahn</i>	0	90	92	0	0	-
Glasflasche MW*	183	321	321	193	193	193
<i>davon LKW >32t</i>	153	155	155	163	163	114
<i>davon Bahn</i>	0	136	136	0	0	49
PE-Beutel*	-	-	183	-	-	193
<i>davon LKW >32t</i>	-	-	61	-	-	114
<i>davon Bahn</i>	-	-	92	-	-	49
Stahlfass (keg)*	183	-	-	-	-	-
<i>davon LKW >32t</i>	153	-	-	-	-	-
<i>davon Bahn</i>	0	-	-	-	-	-
Bag-in-Box*	-	183	183	405	193	-
<i>davon LKW >32t</i>	-	61	61	375	163	-
<i>davon Bahn</i>	-	92	92	0	0	-

5 Resultate Getränkeverpackungen

Im Folgenden werden für verschiedene Getränkesektoren die jeweiligen untersuchten Verpackungssysteme analysiert und miteinander verglichen. Der Vergleich erfolgt über die Gesamtmenge an Verpackung im jeweiligen Sektor sowie über die Menge an Verpackung für 1 Liter Getränk. Dargestellt ist nur die Gesamtumweltbelastung berechnet mit der Methode der ökologischen Knappheit 2021. Die Berechnung des Treibhauspotentials sowie der Gesamtumweltbelastung mittels EF 3.1 Methode erzeugt grösstenteils sehr ähnliche Resultate und Aussagen und sind im Anhang A1 resp. A2 einsehbar.

5.1 Ist-Stand 2022

5.1.1 Getränkesektor

Die Umweltbelastung des Getränkesektors im Jahre 2022 beträgt 7'090 Mrd. UBP und stammt zu 31 % von Milchgetränken, zu 25 % von Wein, zu 12 % von Obstsaft und zu 12 % von Mineralwasser & Softdrinks. Bier trägt noch zu 8 % und Spirituosen tragen zu 4 % bei. Die gesamte Umweltbelastung wird zu 87 % durch die Herstellung der Getränke selbst und zu 13 % durch die Verpackungen verursacht (Abbildung 6, Tabelle 27). In einigen Sektoren ist dieser Effekt besonders stark. Im Vergleich zum Inhalt trägt die Verpackung in den Sektoren Milch und Obstsaft nur zu 4 bis 5 % zur Umweltbelastung bei.

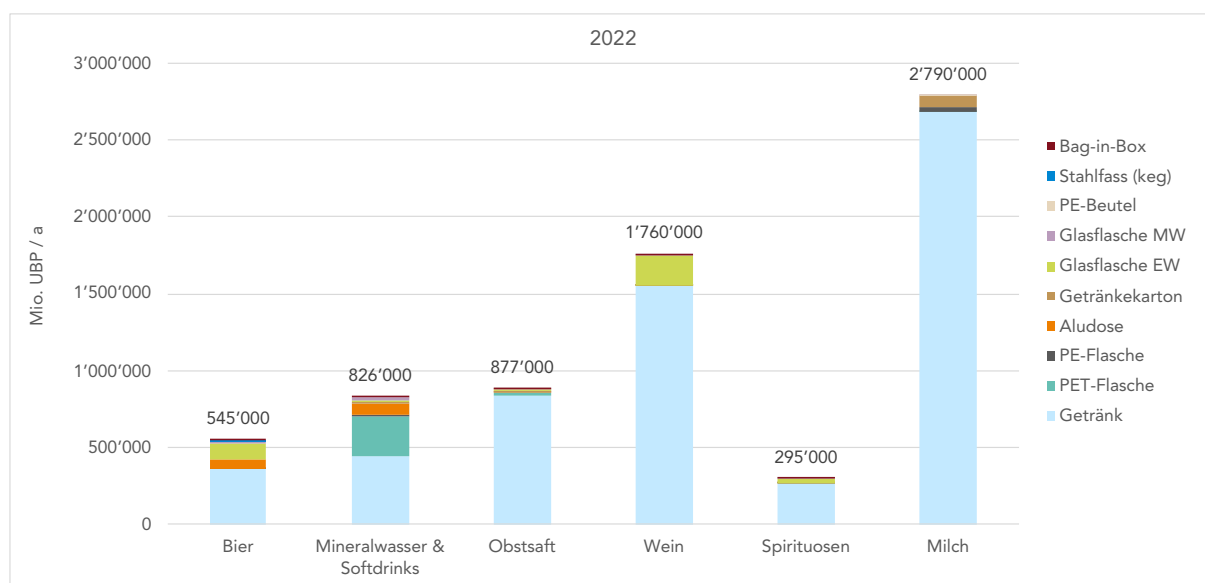


Abbildung 6: Umweltbelastung des Getränkesektors im Jahre 2022

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

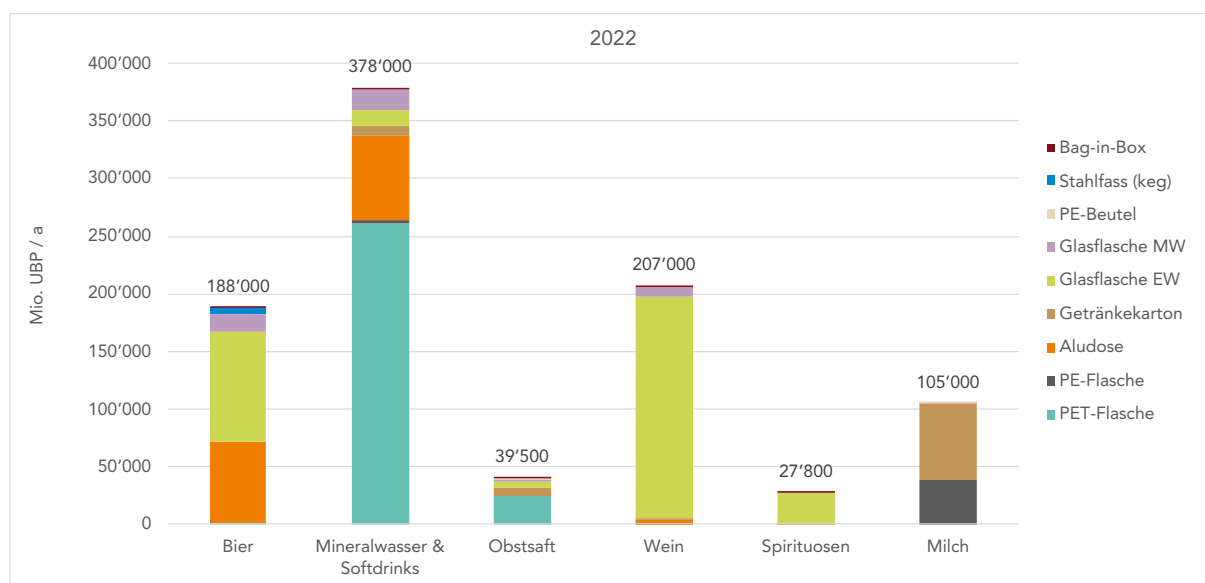
Tabelle 27: Umweltbelastung des Getränkesektors im Jahre 2022

in Mio. UBP	Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch	Total
Getränk	357'000	448'000	838'000	1'550'000	268'000	2'680'000	6'150'000
PET-Flasche	1'160	261'000	24'500	507	80	79	288'000
PE-Flasche	441	3'090		13	241	39'000	42'800
Aludose	70'300	72'600	405	3'100	173		147'000
Getränkekarton		8'340	6'660	1'120		66'100	82'200
Glasflasche EW	94'700	13'700	5'740	193'000	27'100		334'000
Glasflasche MW	15'500	19'100	1'720	8'590	115	83	45'100
PE-Beutel			504			65	569
Stahlfass (keg)	5'660						5'660
Bag-in-Box	5	297	18	1'230	46		1'590
Total	545'000	826'000	877'000	1'760'000	295'000	2'790'000	7'090'000
Total (ohne Getränk)	188'000	378'000	39'500	207'000	27'800	105'000	946'000
Anteil Verpackung an Gesamtbelastung	34 %	46 %	5 %	12 %	9 %	4 %	13 %
Anteil des Sektors an Gesamtbelastung	8 %	12 %	12 %	25 %	4 %	39 %	100 %
Anteil des Sektors (ohne Getränk)	20 %	40 %	4 %	22 %	3 %	11 %	100 %

*Die Werte wurden auf 3 signifikante Stellen gerundet.

5.1.2 Verpackungen ohne Getränke

Werden nur die Verpackungssysteme betrachtet, trägt der Sektor Mineralwasser & Softdrinks mit 40 % am meisten zur Umweltbelastung bei, da hier auch mit Abstand am meisten Volumen verkauft werden. Gefolgt von den Sektoren Wein (22 %) und Bier (20 %). Die Umweltbelastung der Sektoren Milch (11 %), Obstsaft (4 %) und Spirituosen (3 %) ist deutlich kleiner (siehe Tabelle 27).


Abbildung 7: Umweltbelastung der Getränkeverpackungen im Jahre 2022 (ohne Getränke)

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

Bei dem Sektor Mineralwasser & Softdrinks tragen die PET-Flaschen mit 69 % der Umweltbelastung am meisten bei, allerdings decken sie auch 80 % des Volumens ab (siehe Abbildung 7). Es folgen die Aludosen (hauptsächlich Energydrinks und Softdrinks) mit 19 % der Umweltbelastung bei einem Volumen von 8 % und die MW-Glasflaschen mit 5 % bei einem Volumen von 7 %. Auch beim Sektor Obstsaft sind es vor allem die PET-Flaschen, die mit 62 % und einem ähnlichen Volumen zur Umweltbelastung beitragen, gefolgt von den Getränkekartons mit 17 % bei einem Volumen von 24 % und EW-Glasflaschen mit 15 % bei einem Volumen von 4 %. Bei Wein und Spirituosen stammt der allergrösste Anteil von den EW-Glasflaschen mit 93 und 98 % der Umweltbelastung und einem Volumen von 83 und 96 %. Auch beim Biersektor tragen die EW-Glasflaschen mit 50 % zum grössten Anteil an der Umweltbelastung bei, auch wenn ihr Anteil am Volumen nur 26 % ausmacht. Die Aludosen folgen mit einer Umweltbelastung von 37%, haben mit 42 % jedoch den höchsten Anteil am Volumen. Auch die MW-Glasflaschen spielen mit 8 % der Umweltbelastung und einem Volumen von 12 % eine tragende Rolle im Biersektor. Im Sektor Milch stammt die Umweltbelastung grösstenteils von den Getränkekartons (63 %) und den PE-Flaschen (37 %). Der Anteil der Getränkekartons am Gesamtvolumen beträgt 79 %, dieser hat jedoch eine geringere Umweltbelastung pro Liter (siehe Tabelle 28).

Tabelle 28: Verkauftes Volumen an Getränk und Umweltbelastung der Getränkeverpackungen im Jahre 2022

in % je Sektor		Bier	Mineralwasser & Softdrinks	Obstsaft	Wein	Spirituosen	Milch
PET-Flasche	UBP	0.6 %	69 %	62 %	0.2 %	0.3 %	0.1 %
	Volumen	0.6 %	80 %	64 %	1.2 %	0.5 %	0.0 %
PE-Flasche	UBP	0.2 %	0.8 %	-	0.0 %	0.9 %	37 %
	Volumen	0.1 %	0.8 %	-	0.0 %	0.7 %	21 %
Aludose	UBP	37 %	19 %	1.0 %	1.5 %	0.6 %	-
	Volumen	42 %	8.3 %	0.2 %	2.0 %	1.2 %	-
Getränkekarton	UBP	-	2.2 %	17 %	0.5 %	-	63 %
	Volumen	-	2.8 %	24 %	2.1 %	-	79 %
Glasflasche EW	UBP	50 %	3.6 %	15 %	93 %	98 %	-
	Volumen	26 %	0.9 %	4.2 %	83 %	96 %	-
Glasflasche MW	UBP	8.3 %	5.0 %	4.4 %	4.1 %	0.4 %	0.1 %
	Volumen	12 %	7.4 %	6.9 %	8.6 %	1.0 %	0.1 %
PE-Beutel	UBP	-	-	1.3 %	-	-	0.1 %
	Volumen	-	-	0.8 %	-	-	0.2 %
Stahlfass (keg)	UBP	3.0 %	-	-	-	-	-
	Volumen	19 %	-	-	-	-	-
Bag-in-Box	UBP	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.6 %	0.2 %	-
	Volumen	0.0 %	0.1 %	0.4 %	2.8 %	0.2 %	-

5.1.3 Durchschnittliche Verpackung je Sektor und Liter Getränk

Abbildung 8 stellt die Umweltbelastung pro Liter Getränk je Sektor (gewichteter Durchschnitt) dar.

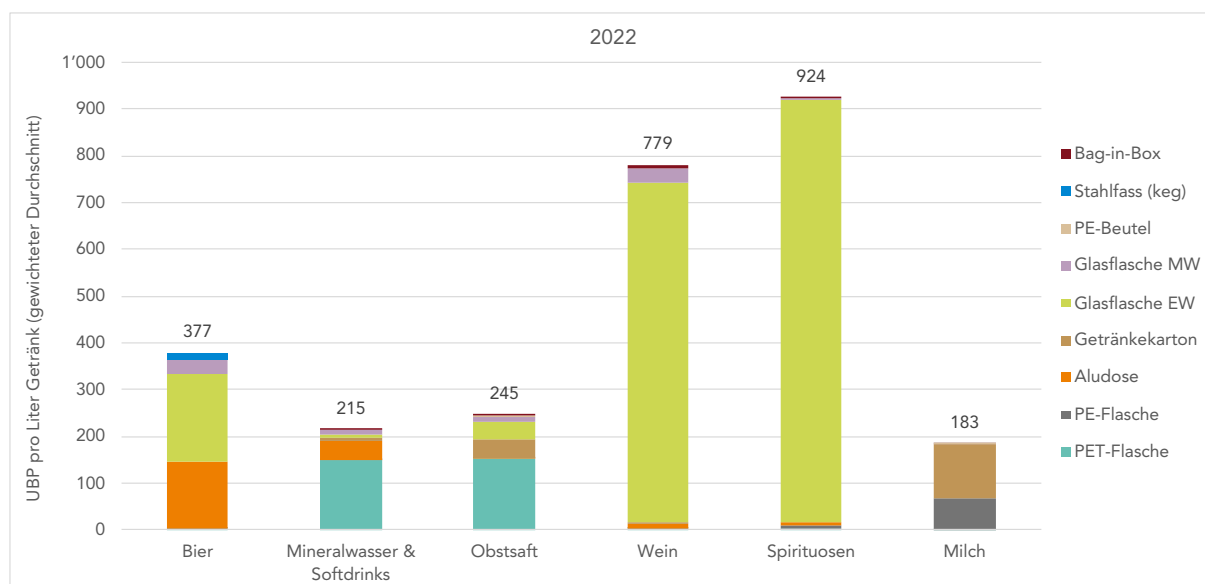


Abbildung 8: Umweltbelastung der Verpackungssysteme pro Liter Getränk (gewichteter Durchschnitt)

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

Am umweltfreundlichsten wird 1 L Milch verpackt mit 183 UBP pro Liter, gefolgt von Mineralwasser & Softdrinks mit 215 UBP pro Liter und Obstsaft mit 245 UBP pro Liter. Zum guten Abschneiden tragen hier die leichten Verpackungssysteme Getränkekarton und PET-Flaschen bei. Bier weist mit 377 UBP pro Liter bereits eine wesentlich höhere Umweltbelastung für die Verpackung auf. Der Grund liegt hier im relativ grossen Anteil der EW-Glasflaschen, welche eine viel grössere Umweltbelastung pro Liter aufweisen als beispielsweise PET-Flaschen oder der Getränkekarton (siehe dazu auch Kapitel 5.2 ff). Die EW-Glasflaschen sind auch der Grund, weshalb Wein und Spirituosenverpackungen pro Liter Getränk mit Abstand die höchste Umweltbelastung aufweisen.

5.1.4 Verpackungssysteme pro Liter Getränk

In Abbildung 9 wird für alle relevanten Verpackungssysteme der jeweiligen Sektoren die Umweltbelastung pro Liter Getränk dargestellt.

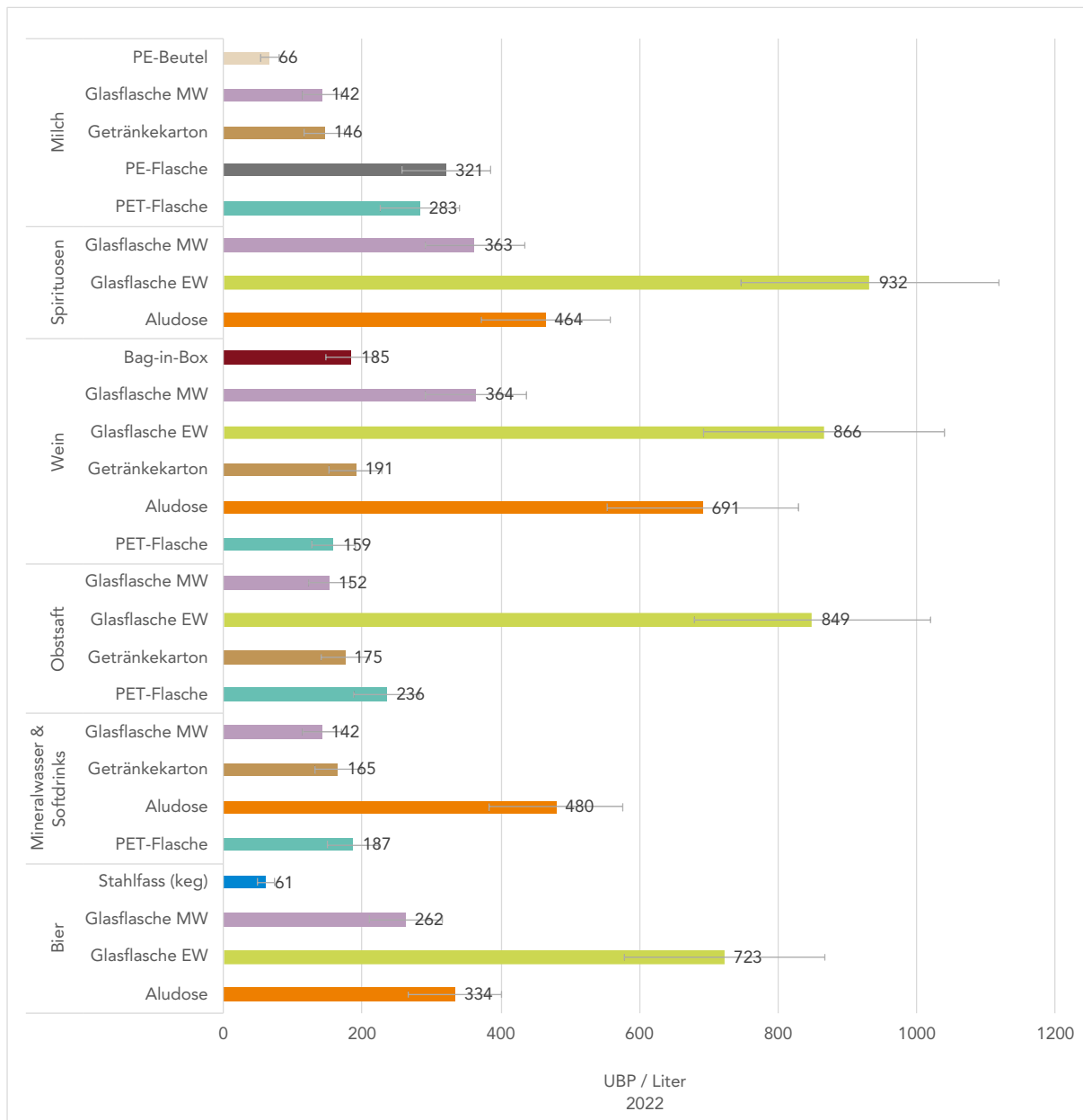


Abbildung 9: Umweltbelastung der Verpackungssysteme pro Liter Getränk

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

Sektor Bier

Das grossvolumige Gebinde Stahlfass weist mit 61 UBP pro Liter mit Abstand die tiefste Umweltbelastung pro Liter Bier auf. Stahlfässer werden im Gastrobetrieb (Offenausschank) eingesetzt, wo sich dieses Mehrweg-System klar bewährt im Vergleich zu den anderen Verpackungssystemen. Eine deutliche höhere Umweltbelastung weisen die für den Konsum zu Hause designten MW-Glasflaschen und Aludosen auf. Die höchste Umweltbelastung hat die EW-Glasflasche mit 723 UBP pro Liter.

Sektor Mineralwasser & Softdrinks

Im Sektor Mineralwasser & Softdrinks weisen die MW-Glasflasche, der Getränkekarton (nur für stille Getränke eingesetzt) und die PET-Flasche die geringste Umweltbelastung pro Liter auf. Diese drei Verpackungssysteme liegen aufgrund der Unsicherheiten in einem ähnlichen Bereich von ca. 140-190 UBP pro Liter. Die Aludose hat eine mehr als doppelt so hohe Umweltbelastung. Im Vergleich zum Biersektor weist die Aludose eine noch höhere Umweltbelastung auf, was wahrscheinlich auf einen grösseren Anteil kleinerer Dosen grössen (z.B. 0.25 L Energydrinks) zurückzuführen ist.

Sektor Obstsaft

Analog zum Sektor Mineralwasser & Softdrinks weisen die drei Verpackungssysteme MW-Glasflasche, Getränkekarton und PET-Flasche auch im Sektor Obstsaft die geringste Umweltbelastung und liegen unter Berücksichtigung der Unsicherheit in einem ähnlichen Bereich. Die höchste Umweltbelastung hat die EW-Glasflasche mit 849 UBP pro Liter.

Sektor Wein

Im Sektor Wein entsteht die geringste Umweltbelastung bei der PET-Flasche, dem grossvolumigen Bag-in-Box Gebinde sowie dem Getränkekarton. An vierter Stelle steht die MW-Glasflasche, welche mit 364 UBP pro Liter eine doppelt so hohe Umweltbelastung pro Liter aufweist wie die MW-Glasflasche in den Sektoren Obstsaft sowie Mineralwasser & Softdrinks. Dies liegt unter anderem an den 4 anstatt 19 Nutzungen in den Sektoren Wein und Spirituosen. Die EW-Glasflasche und die Aludose weisen die höchste Umweltbelastung pro Liter im Sektor Wein auf.

Sektor Spirituosen

Im Sektor Spirituosen hat die MW-Glasflasche mit 363 UBP pro Liter die geringste Umweltbelastung, trotz der reduzierten Nutzungen. Die Aludose folgt mit 464 UBP pro Liter und die höchste Umweltbelastung hat auch in diesem Sektor die EW-Glasflasche. Diese gehört mit 932 UBP pro Liter zu den Verpackungssystemen mit den höchsten UBP und hat auch im Vergleich zu den EW-Glasflaschen in den anderen Sektoren die höchste Umweltbelastung. Dies kann daran liegen, dass die EW-Glasflaschen im Sektor Spirituosen dickwandiger sind und/oder ein grösserer Anteil kleiner Flaschengrössen darunterfällt.

Sektor Milch

Der PE-Beutel im Milchsektor ist im Gesamtvergleich das Verpackungssystem mit der zweitgeringsten Umweltbelastung, nach dem Stahlfass im Biersektor. Im Sektor Milch hat er eine Umweltbelastung von 66 UBP und somit innerhalb des Sektors die geringste Umweltbelastung pro Liter. Es folgen die MW-Glasflasche und der Getränkekarton mit einer vergleichsweise geringen Umweltbelastung von 142 und 146 UBP pro Liter. Die Milch PET-Flasche, welche im 2022 noch nicht rezykliert wurde, und die PE-Flasche weisen die höchste Umweltbelastung.

5.2 Vergleich 2022 mit 2014

Um eine Aussage machen zu können, wie sich die Umweltbelastung der Verpackungssysteme verändert hat, ist ein Vergleich der absoluten Umweltbelastung pro Jahr nur bedingt aussagekräftig, da auch die konsumierten Mengen an Getränken variieren. Aus diesem Grund werden die Verpackungssysteme pro Liter Getränk (gewichteter Durchschnitt) miteinander verglichen (Abbildung 10). Für beide Jahre wurden die gleichen Hintergrundinventare und die aktuellste Bewertungsmethode zur Berechnung der Umweltauswirkungen herangezogen. Der Vergleich zeigt, dass sich die Umweltbelastung der durchschnittlichen Verpackung:

- Im Sektor Bier tendenziell um rechnerisch 1 % erhöht hat. Zwar hat sich das Durchschnittsgewicht der Aludosen im 2022 im Vergleich zu 2014 um 14 % reduziert (oder der Anteil an grösseren Gebinden erhöht), gleichzeitig fand jedoch eine Verschiebung von MW-Glasflaschen zu Aludosen statt. Da Aludosen im Vergleich zu MW-Glasflaschen eine höhere Umweltbelastung pro Liter aufweisen, wurde diese Verbesserung entsprechend geschmälert.
- Im Sektor Mineralwasser & Softdrinks tendenziell um rechnerisch 1 % erhöht hat. Einerseits ist zwar eine Einsparung pro Liter bei den PET-Flaschen trotz leicht höherem Gewicht pro Liter erkennbar, welche daher führt, dass der Rezyklat-Gehalt von 30 % im 2014 auf 50 % im 2022 erhöht werden konnte. Dafür ist im 2022 der Anteil an Aludosen höher und diese weisen ein höheres Gewicht oder vermehrt geringere Füllmenge pro Dose als in 2014 auf, was zu mehr Umweltbelastung der Aludose pro Liter führt.
- Im Sektor Obstsaft tendenziell nicht verändert hat. Die EW-Glasflasche weist im 2022 zwar ein leichteres Gewicht (oder grösserer Anteil an Flaschen mit hoher Füllmenge) auf, jedoch hat sich der Anteil an EW-Glasflaschen erhöht auf Kosten der Getränkekartons.
- Im Sektor Wein tendenziell um rechnerisch 5 % erhöht hat. Hauptsächlich wegen leicht höherem Anteil an EW-Glasflaschen und zusätzlich leicht schwereren EW-Glasflaschen pro Liter (oder vermehrt geringere Füllmenge pro Flasche).
- Im Sektor Spirituosen tendenziell um rechnerisch 2 % erhöht hat. Hauptsächlich wegen leicht schwereren EW-Glasflaschen pro Liter (oder vermehrt geringere Füllmenge pro Flasche).
- Im Sektor Milch tendenziell um rechnerisch 19 % verringert hat. Dies liegt vor allem an einer Verschiebung von PE-Flaschen zu Getränkekartons, welche eine geringere Umweltbelastung pro Liter aufweisen.

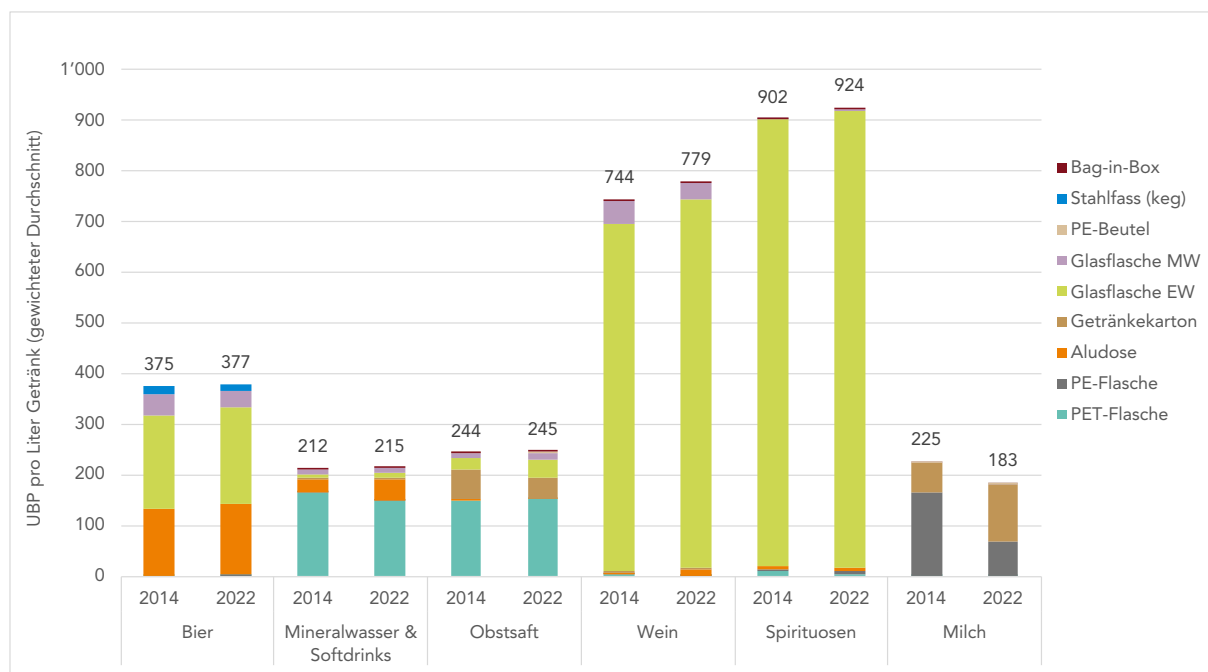


Abbildung 10: Umweltbelastung der Getränkeverpackungen (ohne Getränke): Gewichteter Durchschnitt. Dargestellt sind die Beiträge aller involvierten Verpackungen pro Liter Getränk je Sektor.

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

5.3 Exkurs Milchsektor

In den folgenden drei Kapiteln zum Vergleich von Getränkekarton und MW-Glasflasche wird der Getränkekarton wieder als Durchschnitt analog zu den anderen Kapiteln dargestellt (Informationen zur Aufteilung in Kapitel 4.4).

5.3.1 Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche in Abhängigkeit der Nutzungszyklen

In diesem Szenario wurde untersucht, wie sich die Resultate verändern, wenn sich die Nutzungszyklen der Mehrweg-Glasflasche ändern. Die Ausgangsannahme der Anzahl Nutzungen im Milchsektor liegt bei 19 (Elsener & Kägi, 2023).

Der Vergleich von Getränkekarton und MW-Glasflasche als 1 L Gebinde, am Beispiel von Milch, zeigt, dass ab 8 Nutzungszyklen beide Gebinde ähnliche Umweltbelastungen aufweisen. Bei weniger als 8 Nutzungszyklen der MW-Glasflasche, wie dies beispielsweise im Sektor Wein der Fall ist, ist der Getränkekarton klar im Vorteil. Der exakte Schnittpunkt liegt bei 16 Nutzungszyklen. Bei Milch geht man in der Regel von 15 bis 25 Nutzungszyklen der MW-Glasflasche aus.

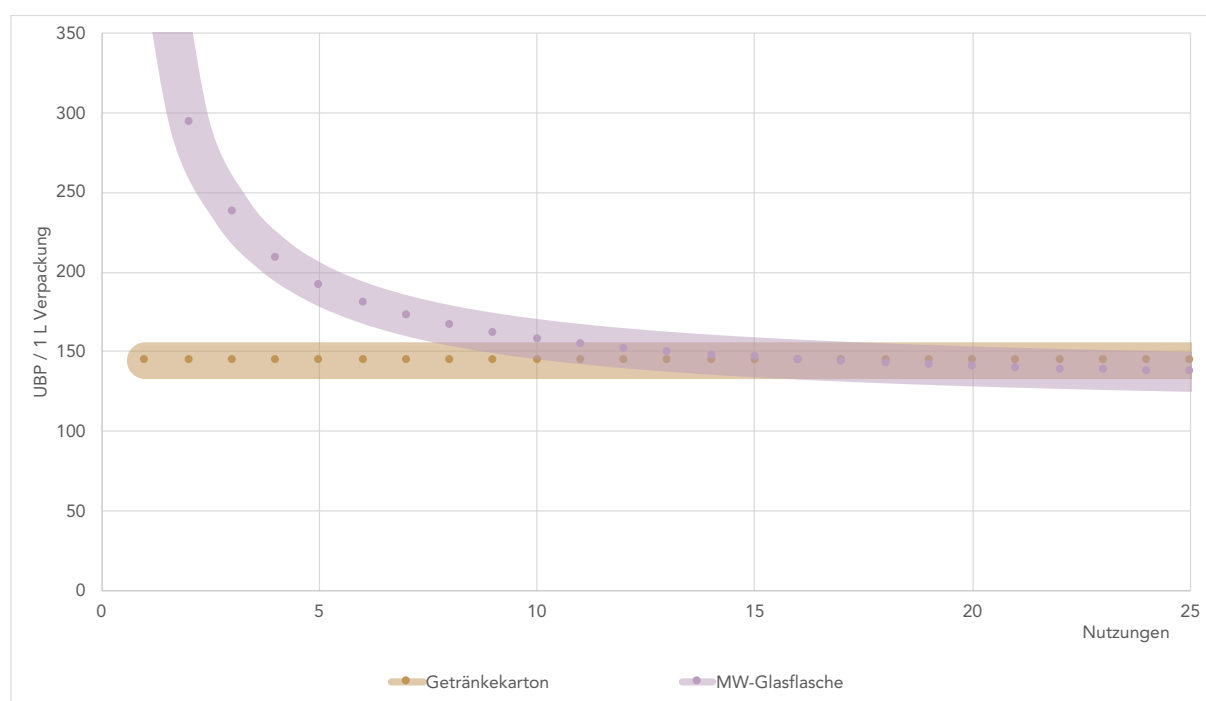


Abbildung 11: Umweltbelastung von Milchverpackungen pro 1L Milch in Abhängigkeit der Nutzungszyklen der MW-Glasflasche

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021. Die Ausdehnung der Linien gibt die Unsicherheiten der Resultate an. Der wahrscheinlichste Wert liegt dabei in der Mitte.

5.3.2 Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche in Abhängigkeit der Transportdistanz

In diesem Szenario wurde untersucht, wie sich die Resultate verändern, wenn sich die Transportdistanz zwischen Abfüller und Verkaufspunkt ändert. Für diesen Vergleich wurde der Transport des Inhalts nicht berücksichtigt, wohl aber die Tatsache, dass je nach Verpackungstyp ein LKW mehr oder weniger Getränkevolumen transportieren kann. Transporte sind üblicherweise mit hohen Unsicherheiten behaftet. Da die Abhängigkeit von der Distanz und die damit verbundenen Emissionsänderungen bei beiden gleich ist und sich diese Unsicherheit des Transportes herausstreicht, ist sie trotzdem nicht grösser als in den anderen Betrachtungen.

Der Vergleich der beiden Gebindetypen zeigt, dass beide Gebinde innerhalb von 40 km bis 210 km im Rahmen der Unsicherheiten ähnliche Umweltbelastungen aufweisen. Unter 40 km schneidet die MW-Glasflasche signifikant besser ab. Ab 210 km ist der Getränkekarton aus Sicht der Ökologie klar im Vorteil.

Die mittleren Auslieferungsdistanzen für Auslieferungen innerhalb der Schweiz liegen bei 100 bis 160 km.

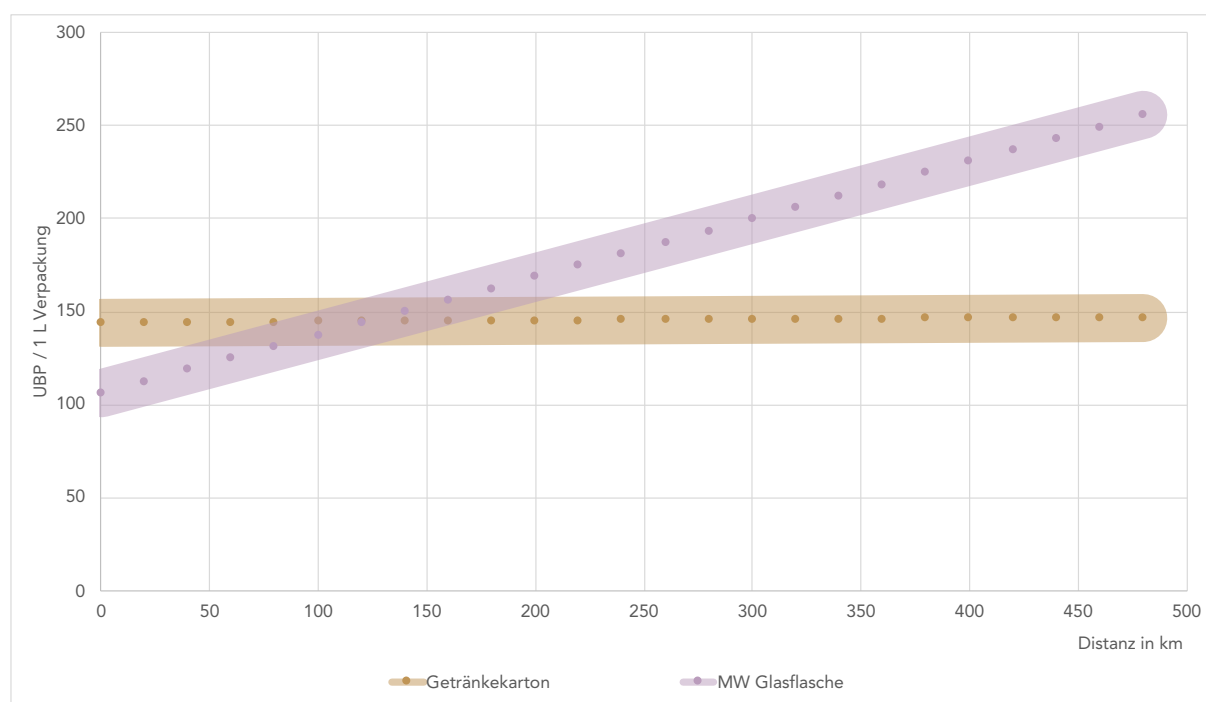


Abbildung 12: Umweltbelastung von Milchverpackungen pro 1L Milch in Abhängigkeit der Transportdistanz

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021. Die Ausdehnung der Linien gibt die Unsicherheiten der Resultate an. Der wahrscheinlichste Wert liegt dabei in der Mitte.

5.3.3 Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche in Abhängigkeit der Getränkekarton-Recyclingquote

In diesem Szenario wurde untersucht, wie sich die Resultate verändern, wenn sich die Recyclingquote des GK ändert. Nutzungszyklen (19) und Transportdistanz (114 km) entsprechen wieder den ursprünglichen Annahmen (siehe Kapitel 4.6 und 4.10).

Der Vergleich der beiden Gebindetypen zeigt, dass der Getränkekarton ab einer Recyclingquote von 55 % besser abschneidet als die MW-Glasflasche. Unterhalb von 55 % Recyclingquote schneiden die beiden Gebinde gleichwertig ab.

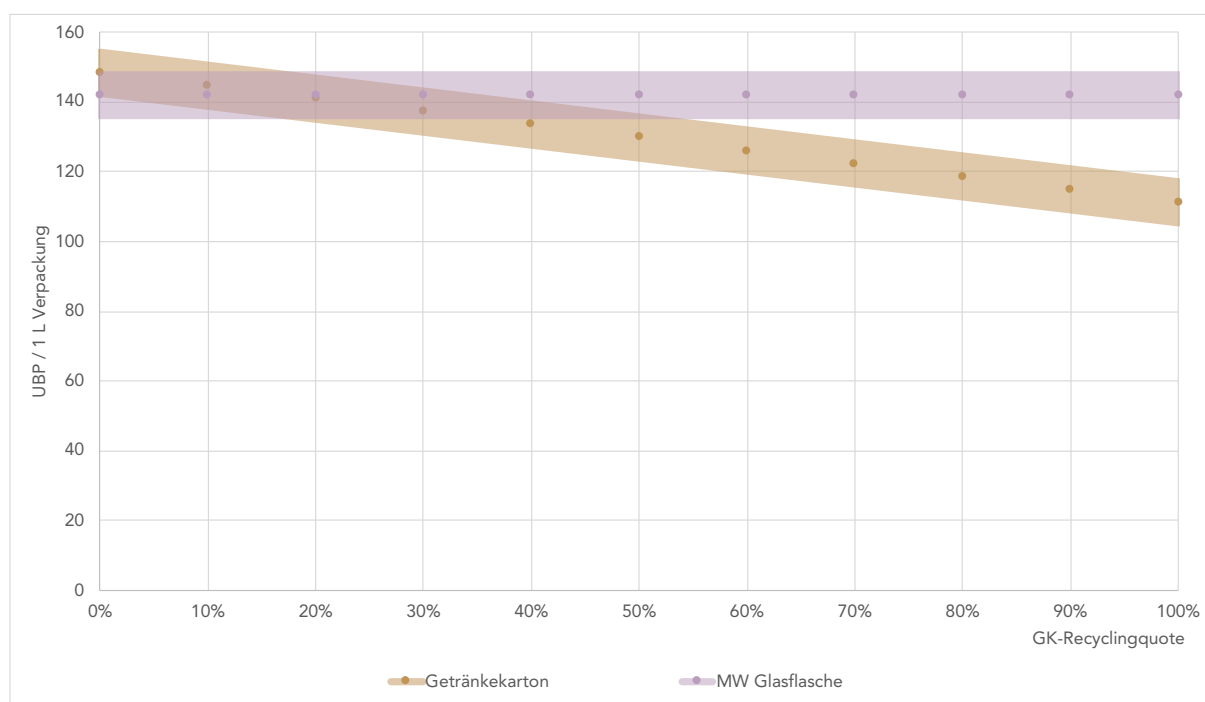


Abbildung 13: Umweltbelastung von Milchverpackungen pro 1L Milch in Abhängigkeit der Getränkekarton-Recyclingquote

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021. Die Ausdehnung der Linien gibt die Unsicherheiten der Resultate an. Der wahrscheinlichste Wert liegt dabei in der Mitte.

6 Diskussion und Schlussfolgerung

An dieser Stelle seien nochmals die Ziele erwähnt:

Das übergeordnete Ziel ist, die Umweltauswirkungen des Getränkesektors zu kennen als Basis für künftige Verbesserungsmassnahmen.

1. Ist-Analyse der Umweltauswirkungen der gesamten Getränkebranche mittels Ökobilanzierung
 - Aufgeteilt in die 6 Sektoren Bier, Mineralwasser & Softdrinks, Obstsaft, Wein, Spirituosen sowie Milch
 - Beiträge der Verpackungssysteme je Sektor und Gegenüberstellung zum Inhalt
2. Entwicklung der Umweltbelastung: Umweltbelastung 2014 im Vergleich zu 2022
3. Vergleich von Getränkekarton und Mehrwegglas in Abhängigkeit der Anzahl Nutzungen, Transportdistanzen und Recyclingquoten am Beispiel der Milchverpackungen

6.1 Ist-Analyse Umweltauswirkungen

Getränkeverpackungen haben drei wesentliche Funktionen: Schutz, Logistik und Information. Um am Markt zu bestehen, müssen diese Funktionen erfüllt werden. Dies kann mit unterschiedlichen Materialien und Konzepten erreicht werden. Je nach Material sind dabei andere Mengen und Aufwände für Verarbeitung, Transport, Verwertung usw. notwendig.

Erkenntnisse

- Relevanz der Verpackungen
 - Abgesehen von Mineralwasser ist der Inhalt aus ökologischer Perspektive viel relevanter als die Verpackung. Dies gilt insbesondere für Sektoren, in denen das Getränk bei der Herstellung eine vergleichsweise hohe Umweltbelastung verursacht, wie z. B. Milch und Obstsaft.
 - Entsprechend kann die isolierte Betrachtung der Verpackungen ohne Inhalt zu kurz greifen. Wie Sensitivitätsanalysen in der früheren Studie (Dinkel & Kägi, 2014) gezeigt haben, können Verlustraten entscheidend sein für die Wahl einer ökologischen Verpackung. Damit wird auch für die ökologische Beurteilung die unterschiedlich gute Erfüllung der Schutz- und Convenience-Funktion wesentlich.
 - Der Transport, welcher den Verpackungen zugeschrieben wird, trägt in den meisten Fällen nur einen geringen Teil zur Umweltbelastung bei. Ausnahmen können Mehrwegverpackungen oder Importe von vergleichsweise schweren Verpackungen wie Glasflaschen sein.
- Bezogen auf die Verpackungen alleine
 - Aus Umweltsicht ist die Herstellung der Verpackung relevanter als Transport und Entsorgung.
 - Getränkeverpackungen mit einer eher tiefen Umweltbelastung weisen als Charakteristik auf, dass sie leicht, als Grossgebilde oder mehrmals verwendbar sind. Recycling bringt bei allen Materialien einen ökologischen Nutzen. Jedoch ist eine hohe Recyclingquote alleine noch keine Garantie für eine ökologische Getränkeverpackung.
 - Getränkeverpackungen mit einer eher höheren Umweltbelastung zeichnen sich meistens dadurch aus, dass sie eher schwer sind, eine geringe Füllmenge haben oder nur einmal genutzt werden.

- Erkenntnisse zu den verschiedenen Verpackungen
 - Der **PE-Beutel** erfüllt alle notwendigen Funktionen mit einem Minimum an Gewicht mit entsprechend tiefer Umweltbelastung der Herstellung und Entsorgung. Zu beachten ist hier jedoch ein allfällig höherer Abfüllverlust und höheres Risiko durch Beschädigung, die den Vorteil des PE-Beutels zunichtemachen können (Elsener & Kägi, 2023).
 - Die **Getränk kartons** werden in der Schweiz kaum recycelt, trotz ihrer eigentlich guten Verwertbarkeit. Sie weisen oft eine gute Umweltperformance auf, dank der verwendeten Materialkombination mit teils nachwachsenden Rohstoffen. Gleichzeitig erfüllen sie alle notwendigen Funktionen mit einem geringen Gewicht.
 - **PET-Flaschen** gehören aus Umweltsicht v. a. bei kohlesäurehaltigen Getränken zu den Getränkeverpackungen mit den tiefsten Umweltbelastungen. Dabei spielt das leichte Gewicht ebenso eine wesentliche Rolle wie die gute Verwertungsmöglichkeit. 80 % der PET-Flaschen werden recycelt, wobei 50 % direkt wieder in die PET-Flaschenherstellung gehen.
 - **MW-Glasflaschen** sind aus Umweltsicht ähnlich gut wie Getränkekartons. Dem Vorteil der Wiederverwendung steht ein hohes Gewicht gegenüber, wodurch weniger Inhalt/Getränk pro Fahrt in einem LKW transportiert werden kann.
 - **EW-Glasflaschen** gehören in jedem Fall zu den Getränkeverpackungen mit den höchsten Umweltbelastungen. Dies hat hauptsächlich mit dem hohen Gewicht der EW-Glasflaschen zu tun und damit, dass die Flaschen nach einmaligem Gebrauch zwar recycelt werden, jedoch erneut bei 1600°C eingeschmolzen werden müssen, was viel Energie benötigt. So gesehen ist der Recyclingnutzen weniger hoch als bei anderen Verpackungstypen. Einzig bei Getränken mit sehr langem Haltbarkeitsbedarf sind sie den anderen Verpackungssystemen überlegen. Da Glas inert ist, besteht kein Risiko, dass Stoffe, die die Gesundheit beeinträchtigen, in das Getränk gelangen können.
 - **Aludosen** weisen eine gute Transportierbarkeit und Recyclingfähigkeit auf und werden zu 90 % recycelt. Der Herstellungsaufwand für Primäraluminium ist jedoch sehr hoch. Dass das ökologische Profil der Aludose im Vergleich zu anderen Getränkeverpackungen kompetitiv ist, gründet in ihrem leichten Gewicht und ihrer hohen Recyclingquote. Sie ist die Alternative zur EW-Glasflasche und somit in vielen Einkaufszentren die ökologischste Option für Bier.
 - Obwohl das **Bag-in-Box System** sowie das **Stahlfass** (keg) relativ tiefe Umweltbelastungen aufweisen, wenn nur die Verpackung betrachtet wird, kann bei diesen Getränkeverpackungen das Problem der Restentleerung auftreten. Hinsichtlich des Einflusses der Restentleerung auf das Resultat sei hier auf Dinkel & Kägi (2014) verwiesen.

Präferenz von Verpackungen je Getränktyp aus ökologischer Sicht

Die Getränkeverpackungen die je nach Getränktyp und Konsumgegebenheit unter Berücksichtigung der verschiedenen Funktionen (Schutz, Logistik und Information) aus Sicht der Ökologie am besten abschneiden, sind in Tabelle 29 dargestellt. Die Anordnung der einzelnen Verpackungssysteme entspricht keiner Rangordnung.

Tabelle 29: Präferenz von Verpackungen je Getränktyp aus ökologischer Sicht

Getränktyp	Konsum privat	Konsum ab Ausschank
Bier	Glasflasche MW	Stahlfass (keg)
	Aludose	Glasflasche MW
Mineralwasser & Softdrinks	PET-Flasche	Glasflasche MW
	Glasflasche MW	
Obstsaft	Getränkekarton	Getränkekarton
	Bag-in-Box	Bag-in-Box
	PET-Flasche	PET-Flasche
Wein	Getränkekarton	Getränkekarton
	Bag-in-Box	Bag-in-Box
	PET-Flasche	Glasflasche MW
	Glasflasche EW (für lagerfähige Weine)	
Spirituosen	PET-Flasche	Glasflasche
	Glasflasche EW (für lagerfähige Spirituosen)	
Milch	PE-Beutel (Past Milch)	-
	Getränkekarton	
	Glasflasche MW	

Es gibt somit nicht eine Getränkeverpackung, die für alle Getränktypen in Frage kommt. Es braucht aus gutem Grund unterschiedliche Verpackungslösungen, weil die Anforderungen an die drei Funktionen Schutz, Logistik und Information unterschiedlich sind.

6.2 Rückblick: 2014 vs. 2022

Obwohl bei verschiedenen Verpackungssystemen ökologische Fortschritte erzielt wurden, ist der gesamte Fussabdruck der Getränkeverpackungen praktisch gleich geblieben u.a. aufgrund des Konsumverhaltens und anderen kleineren Gebinden.

Die Veränderungen in der Umweltbelastung der Verpackungssysteme lagen in allen Sektoren unter 5 %, mit Ausnahme der Milch. Für diese ist die Unsicherheit der Ergebnisse erhöht, da die Durchschnittsgewichte pro Liter aus zwei unterschiedlichen Studien herangezogen werden mussten und die Aufteilung der Verpackungssysteme auf Schätzungen beruht.

Einzig im Milchsektor fand eine Verringerung der Umweltbelastung statt. Dies ist hauptsächlich auf eine Verschiebung von PE-Flaschen zu Getränkekartons zurückzuführen. In den anderen Sektoren hat sich die Umweltbelastung tendenziell leicht erhöht. Zum einen aufgrund einer Verschiebung zu Verpackungssystemen mit einer vergleichsweise hohen Umweltbelastung pro Liter, wie der Aludose und der EW-Glasflasche. Zum anderen haben sich die Durchschnittsgewichte pro Liter bei einigen Verpackungssystemen erhöht, wie es bei der EW-Glasflasche in den Sektoren Wein und Spirituosen der Fall ist. Auch das Gewicht der PET-Flasche hat sich in einigen Sektoren leicht erhöht. Die Umweltbelastung ist jedoch gesunken, da der Recycling-Anteil von 30 % in 2014 auf 50 % in 2022 gestiegen ist.

Die Aussagekraft des Vergleiches von 2014 mit 2022 ist sehr stark auf die uns zur Verfügung gestellten Vordergrunddaten begrenzt. Da nur die Materialmengen der Verpackungssysteme und Sektoren vorhanden sind, können wir keine Aussage darüber treffen, inwiefern sich der Anteil verschiedener Gebindegrößen verändert hat (z.B. vermehrt 0.5 anstatt 1 L Flaschen). Es lassen sich jedoch einige Trends ableiten.

6.3 Vergleich Getränkekarton vs. Mehrweg-Glasflasche

Der Vergleich von Getränkekarton und MW-Glasflasche als 1 L Gebinde, am Beispiel von Milch, wurde in Abhängigkeit der Nutzungszyklen, der Transportdistanz und der Getränkekarton-Recyclingquote durchgeführt. Die Resultate haben gezeigt, dass ab 8 Nutzungszyklen beide Verpackungssysteme eine ähnliche Umweltbelastung aufweisen. Unter 8 Nutzungszyklen ist der Getränkekarton vorzuziehen. Auch wenn für den Rücktransport eine Distanz von mehr als 210 km anfällt, ist der Getränkekarton von Vorteil. Da die durchschnittliche Transportdistanz bei Milchverpackungen meist zwischen 100 und 160 km liegt, sind die beiden Varianten als gleichwertig zu betrachten. In Bezug auf die Recyclingquote des Getränkekartons hat der Getränkekarton ab einer Recyclingquote von 55 % eine geringere Umweltbelastung. Die Getränkekarton-Recyclingquote liegt in der Schweiz zum heutigen Stand noch bei knapp 10 %.

7 Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie verdeutlichen, dass trotz der bereits erzielten Fortschritte in den letzten Jahren weiterhin Potenzial zur Reduzierung der Umweltbelastung in der schweizerischen Getränkebranche besteht.

Entscheidend ist es, Verbesserungen bei den Getränken selbst anzustreben, da diese den grössten Einfluss auf die Gesamtumweltbelastung der Branche haben. Durch die Entwicklung und Förderung umweltfreundlicherer Produktionsmethoden sowie die Reduzierung von Rohstoffen und Zutaten mit hoher Umweltbelastung kann die Branche einen entscheidenden Beitrag zur Reduktion ihres ökologischen Fussabdrucks leisten.

Hinsichtlich der Verpackungen können Massnahmen wie die Reduzierung des Verpackungsgewichts Verbesserungen bewirken, ebenso wie die kontinuierliche Erhöhung des Rezyklatgehalts sowie der Recyclingquoten insbesondere bei Verpackungssystemen mit vergleichsweise tiefen Rezyklatanteilen und Verwertungsquoten. Die Integration innovativer Technologien und die konsequente Verfolgung von Kreislaufwirtschaftsansätzen (Einsatz von Mehrweglösungen, Verbesserung der Rezyklierfähigkeit der eingesetzten Materialien und der Sammlung, etc.) können die Reduktion der Umweltbelastung durch den Getränkesektor unterstützen. Darüber hinaus bietet der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien in der Herstellung von Getränkeverpackungen eine Möglichkeit, um die Umweltauswirkungen weiter zu minimieren. Zusätzlich können Bemühungen unternommen werden, um Kunden zu umweltfreundlicheren Verpackungsalternativen zu lenken.

Insgesamt steht die schweizerische Getränkebranche vor der Aufgabe, kontinuierlich innovative Lösungen zu entwickeln und umzusetzen, um ihre Umweltbelastung zu verringern. Nur durch Massnahmen, die sowohl Verpackungen als auch Inhalte betrachten, kann langfristig ein bedeutender Fortschritt erzielt werden.

8 Literatur

- BAFU (Hrsg.). (2021a). *Ökofaktoren Schweiz 2021* gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz. (S. 260). Bern: Bundesamt für Umwelt. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/publikationen-studien/publikationen/oekofaktoren-schweiz.html>
- BAFU (Hrsg.). (2021b). *Ökoinventar-Hintergrunddatenbank für die KBOB 2021* Faktoren.
- Dinkel, F., & Kägi, T. (2014). *Ökobilanz Getränkeverpackungen - Gesamtbericht* (S. 133). Im Auftrag des Bundesamt für Umwelt. Abgerufen von <http://carbotech.ch/cms2/wp-content/uploads/Carbotech-LCA-Getraenkeverpackung-2014.pdf>
- ecoinvent. (2023). *ecoinvent 2023: Version 3.9*. Swiss Centre for Life Cycle Inventories.
- Elsener, F., & Kägi, T. (2023, September 26). *Ökobilanz Milchverpackungen*. Im Auftrag von Coop und Emmi.
- European Commission. (2017, Dezember). *PEFCR Guidance document - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs)*. Abgerufen von http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_guidance_v6.3.pdf
- European Commission. Joint Research Centre. (2023). *Updated characterisation and normalisation factors for the environmental footprint 3.1 method*. LU: Publications Office. Abgerufen von <https://data.europa.eu/doi/10.2760/798894>
- European Commission-Joint Research Centre. (2011). *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context*. (No. First edition November 2011. EUR 24571 EN.). Luxemburg: Publications Office of the European Union; 2011.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press. <http://doi.org/10.1017/9781009157896>
- ISO. (2006a). *ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*. Geneva: International Standard Organisation.
- ISO. (2006b). *ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*. Geneva: International Standard Organisation.
- Kägi, T., & Dinkel, F. (2022). *Ökologischer Nutzen des PET-Recyclings in der Schweiz - Ökologischer Vergleich von PET-Selektivsammlung mit der Verwertung in einer KVA CH im 2020*. Im Auftrag von PRS: PET Recycling Schweiz.
- Kägi, T., Dinkel, F., Frischknecht, R., Humbert, S., Lindberg, J., De Mester, S., u. a. (2016). *Session "Midpoint, endpoint or single score for decision-making?"—SETAC Europe 25th Annual Meeting, May 5th, 2015. Conference Session Report*. *Int J Life Cycle Assess*, 21(1), 129–132. <http://doi.org/10.1007/s11367-015-0998-0>
- PRé Consultants. (2023). *SimaPro 9.5 (Version 9.5.0.0)*. PRé Consultants.
- Rickert, J., & Ciroth, A. (2020). *Application of the Circular Footprint Formula (CFF) in Product Environmental Footprint (PEF)*. Illustrated through a case study on intermediate paper products (Bd. 11). Berlin: GreenDelta GmbH. Abgerufen von <https://www.greendelta.com/wp-content/uploads/2020/10/2020-10-PEF-application-of-CFF.pdf>
- Wolf, M.-A. (2020, November). *The Circular Footprint Formula (CFF) and its practical application. Training: Environmental Footprint (EF) transition phase*. Abgerufen von https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/TrainingCFF%20Circular%20Footprint%20Formula10Nov2020_final_corr.pdf

Anhang

A1 CO₂-Fussabdruck – IPCC 2021

Im Vergleich zur Methode der ökologischen Knappheit weisen die Getränke (insbesondere Wein und Obstsaft) einen kleineren Anteil am Resultat auf. Ansonsten sind die Resultate und Aussagen sehr ähnlich wie bei der Methode der ökologischen Knappheit 2021. Die Werte in den Abbildungen wurden auf 3 signifikante Stellen gerundet.

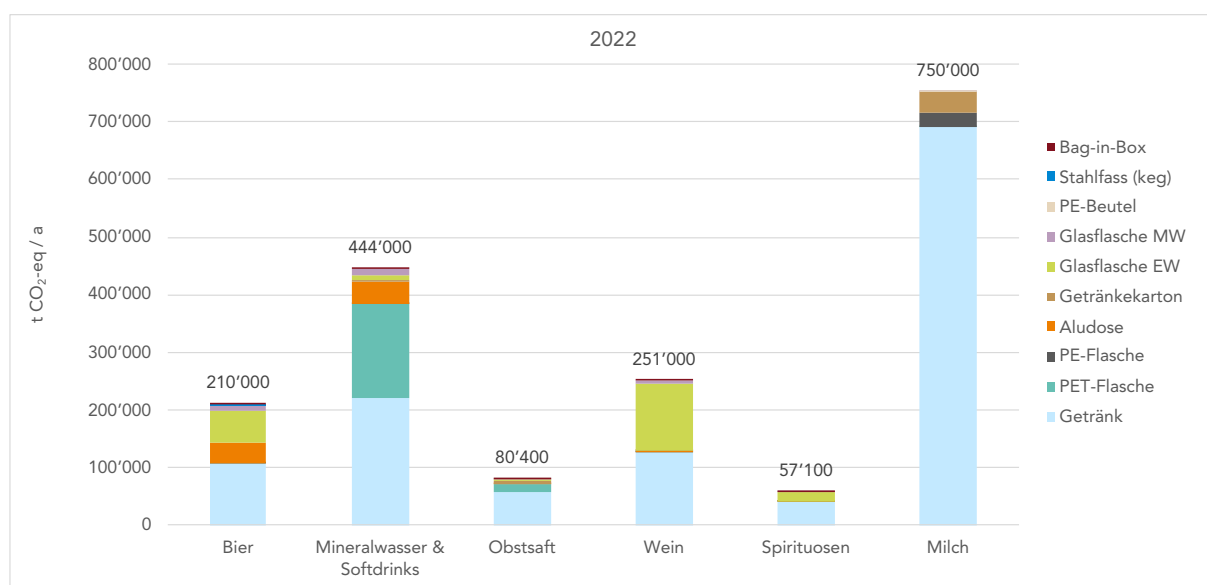


Abbildung 14: CO₂-Fussabdruck des Getränke-sektors im 2022

CO₂-eq: IPCC 2021 (GWP100).

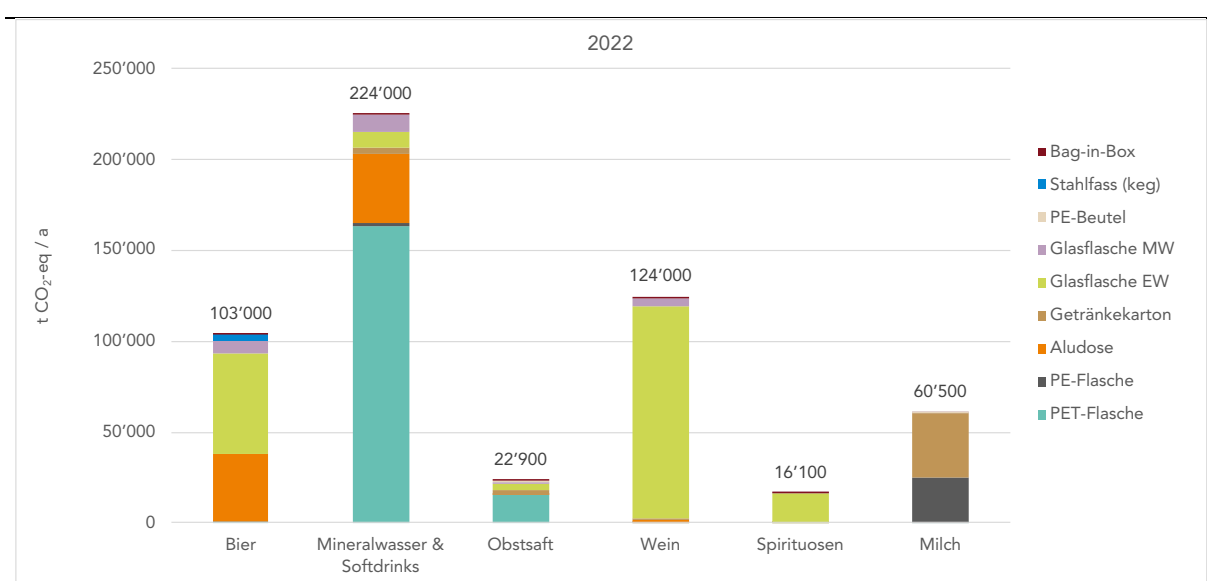


Abbildung 15: CO₂-Fussabdruck der Getränkeverpackungen im 2022 (ohne Getränke)

CO₂-eq: IPCC 2021 (GWP100).

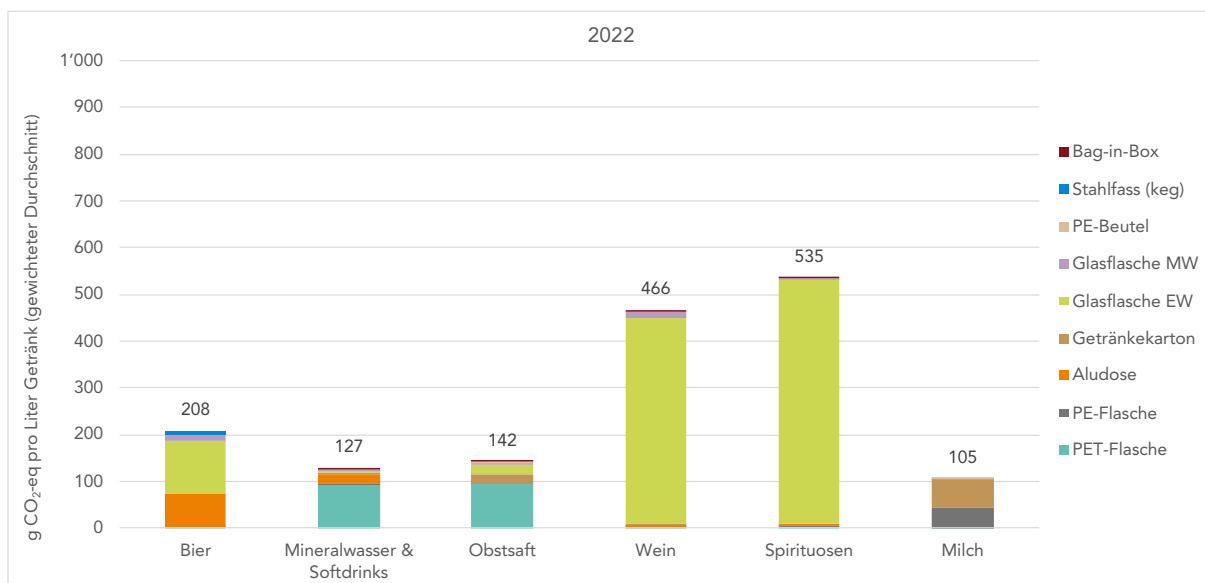


Abbildung 16: CO₂-Fussabdruck der Verpackungssysteme pro Liter Getränk (gewichteter Durchschnitt)

CO₂-eq: IPCC 2021 (GWP100).

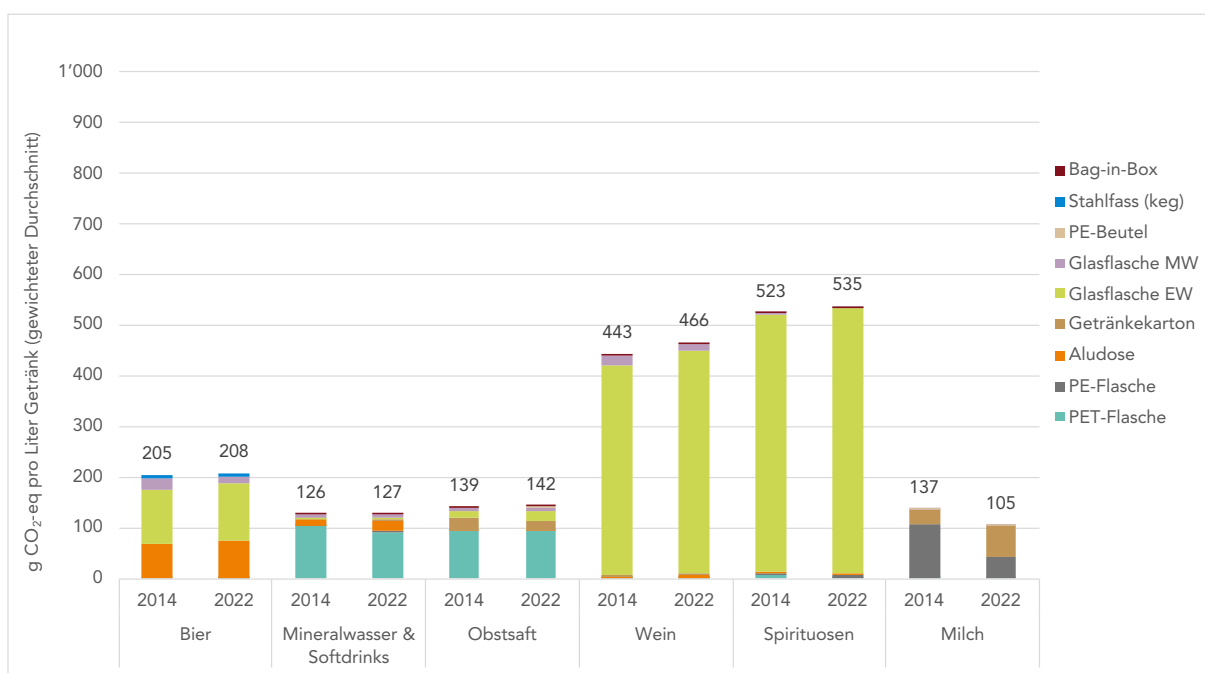


Abbildung 17: CO₂-Fussabdruck der Getränkeverpackungen (ohne Getränke)

CO₂-eq: IPCC 2021 (GWP100).

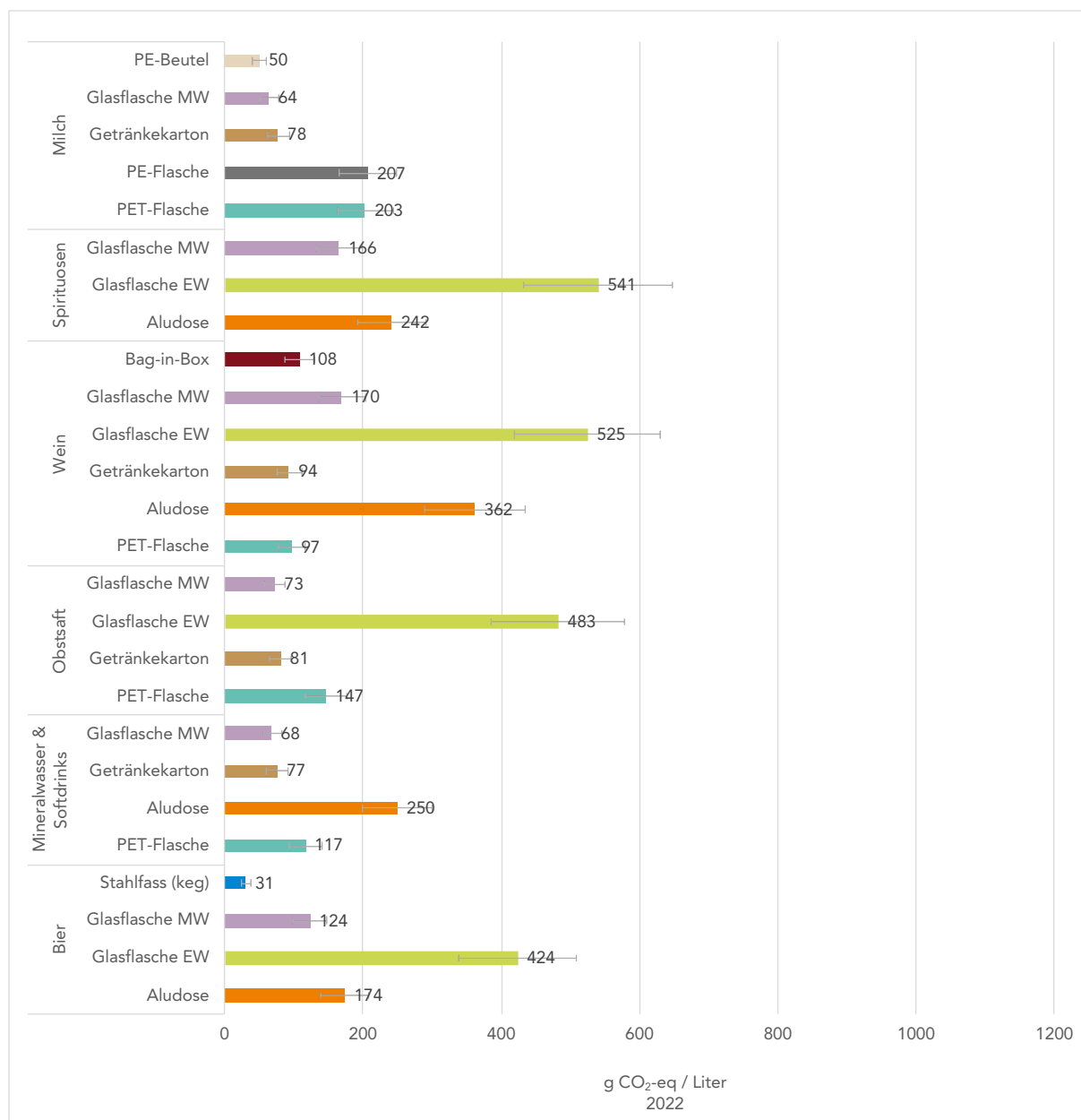


Abbildung 18: CO₂-Fussabdruck der Verpackungssysteme pro Liter Getränk
 CO₂-eq: IPCC 2021 (GWP100).

A2 Umweltfussabdruck - EF 3.1

Die Resultate mir EF3.1 führen zu sehr ähnlichen Resultaten und Aussagen im Vergleich zur Methode der ökologischen Knappheit 2023. Die Werte in den Abbildungen wurden auf 3 signifikante Stellen gerundet.



Abbildung 19: Umweltfussabdruck des Getränkeektors im 2022

Environmental Footprint EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

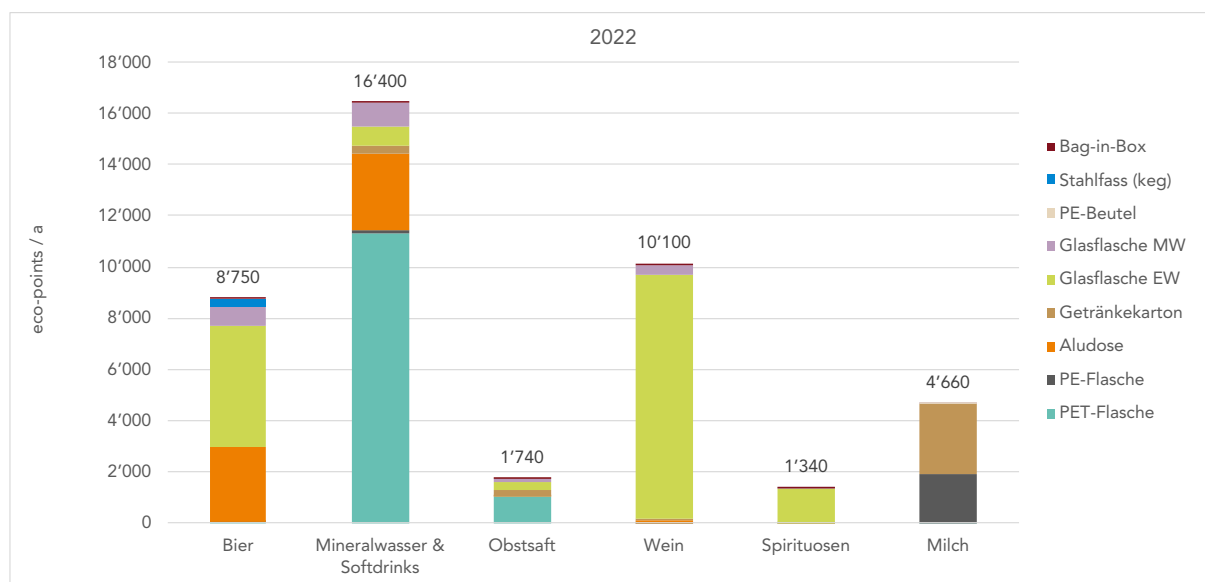


Abbildung 20: Umweltfussabdruck der Getränkeverpackungen im 2022 (ohne Getränke)

Environmental Footprint EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

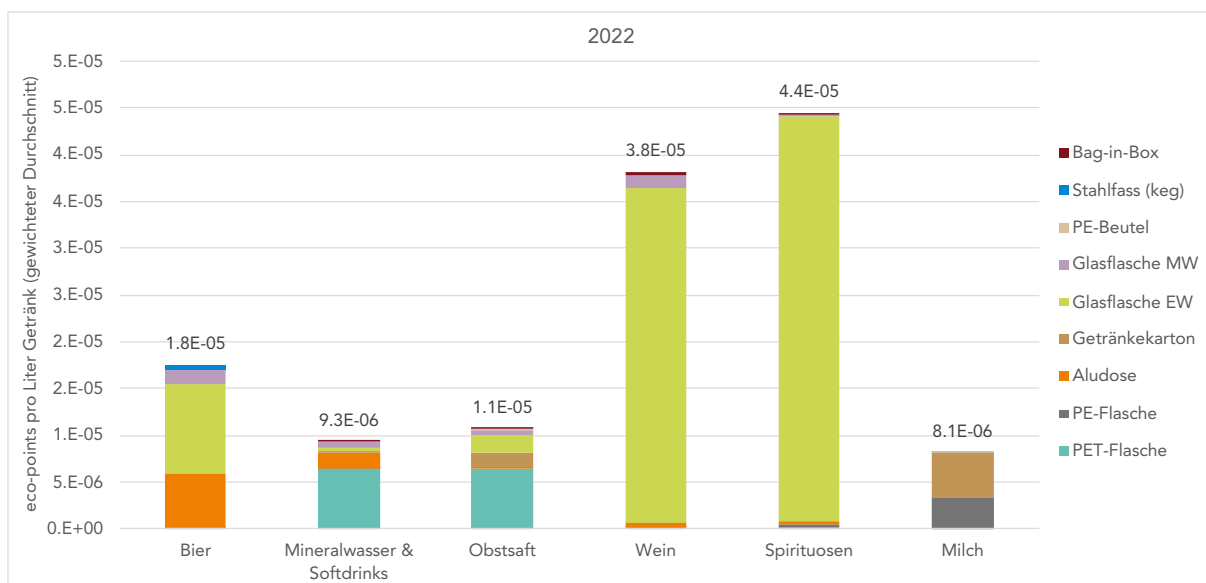


Abbildung 21: Umweltfußabdruck der Verpackungssysteme pro Liter Getränk (gewichteter Durchschnitt)
 Environmental Footprint EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

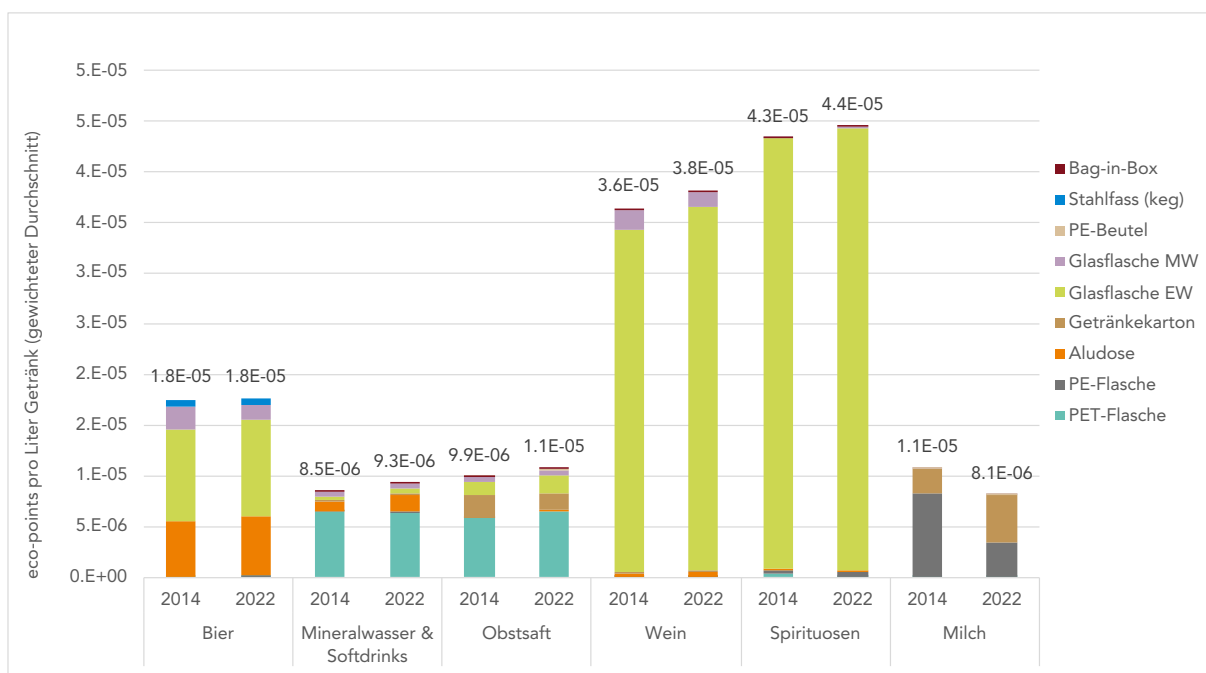


Abbildung 22: Umweltfußabdruck der Getränkeverpackungen (ohne Getränke)
 Environmental Footprint EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

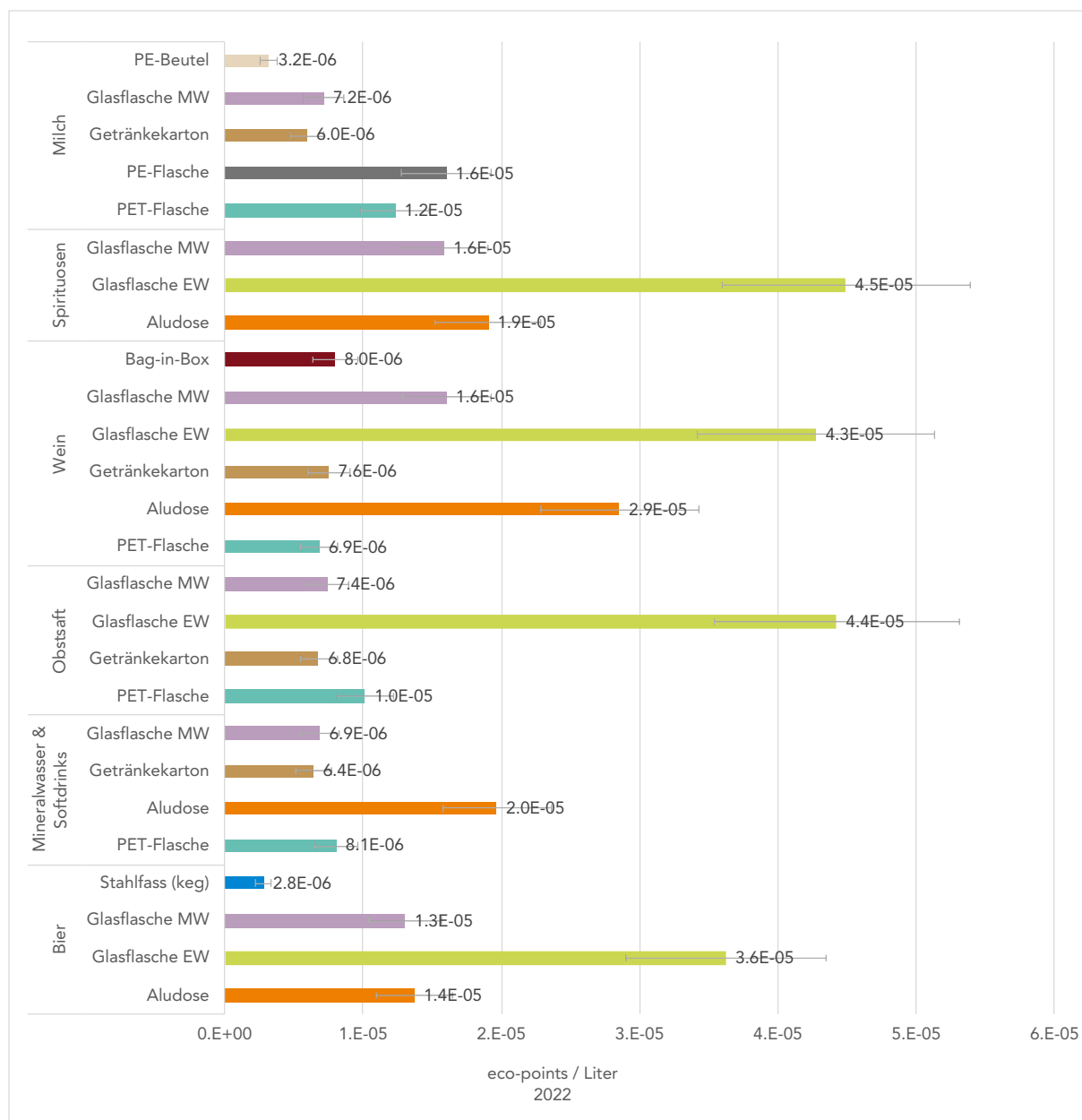


Abbildung 23: Umweltfussabdruck der Verpackungssysteme pro Liter Getränk
 Environmental Footprint EF 3.1 (European Commission. Joint Research Centre., 2023).

A3 Umweltbelastung und Volumina der Verpackungssysteme je Sektor

In folgenden Abbildungen wird im inneren Kreis der Anteil der einzelnen Verpackungssysteme an der gesamten Umweltbelastung (in UBP) in dem jeweiligen Sektor dargestellt. Der äussere Kreis zeigt den Anteil von Verpackungsbestandteilen, Transportverpackung, Distribution und Waschprozess. Werte unter 2 % der Gesamtbelastung wurden unter «Sonstige» zusammengefasst.

Sektor Bier

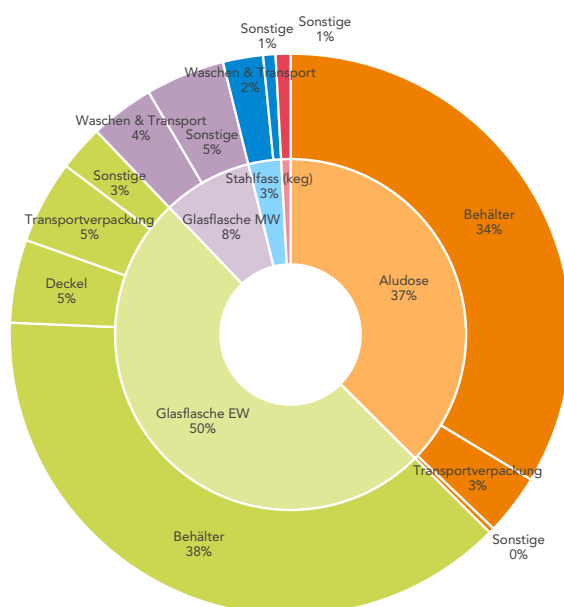


Abbildung 24: Umweltbelastung der Verpackungssysteme im Sektor Bier
 UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

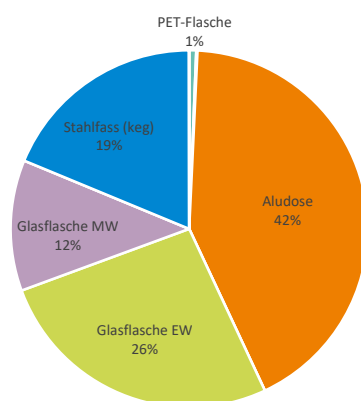


Abbildung 25: Anteil der Verpackungssysteme an dem Getränkevolumen im Sektor Bier

Sektor Mineralwasser & Softdrinks

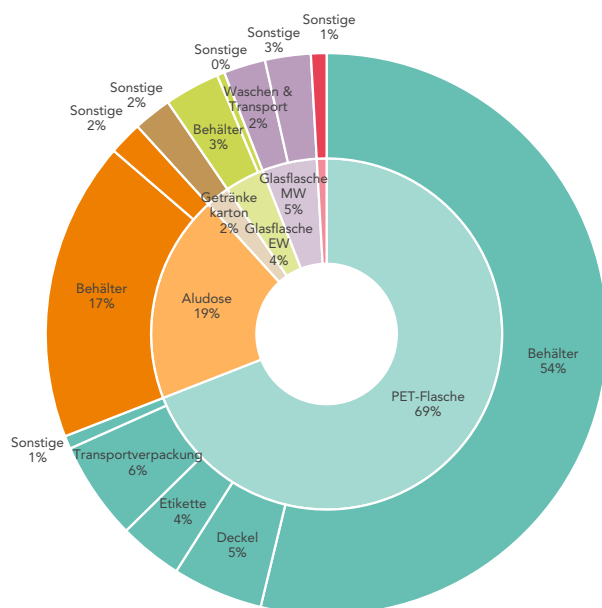


Abbildung 26: Umweltbelastung der Verpackungssysteme im Sektor Mineralwasser & Softdrinks

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

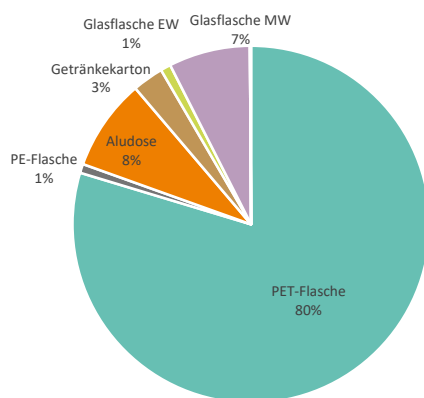


Abbildung 27: Anteil der Verpackungssysteme an dem Getränkevolumen im Sektor Mineralwasser & Softdrinks

Sektor Obstsaft

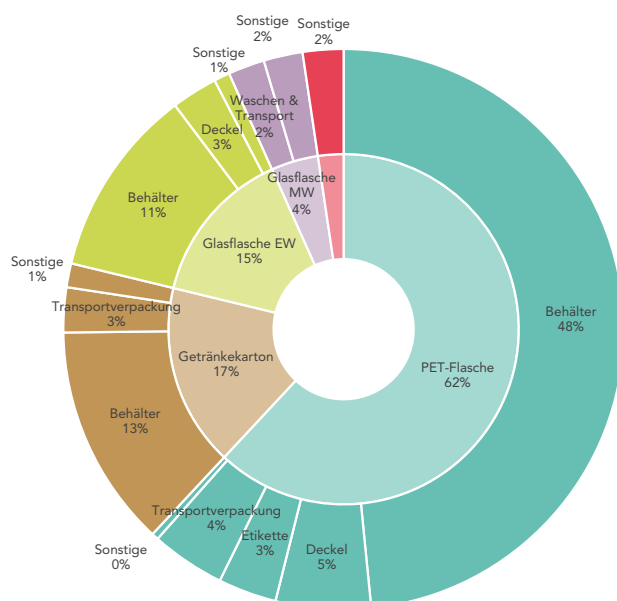


Abbildung 28: Umweltbelastung der Verpackungssysteme im Sektor Obstsaft

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

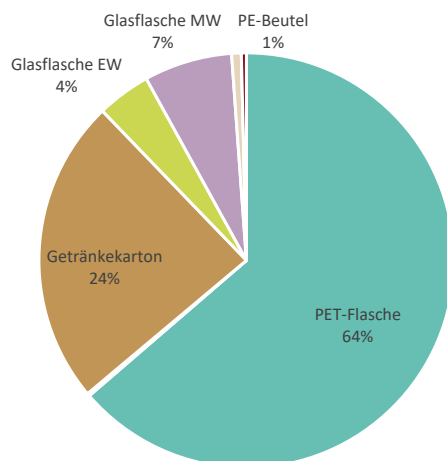


Abbildung 29: Anteil der Verpackungssysteme an dem Getränkevolumen im Sektor Obstsaft

Sektor Wein

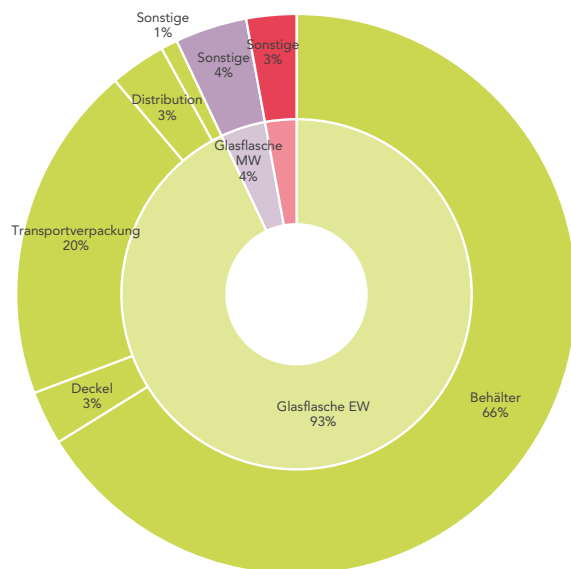


Abbildung 30: Umweltbelastung der Verpackungssysteme im Sektor Wein

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

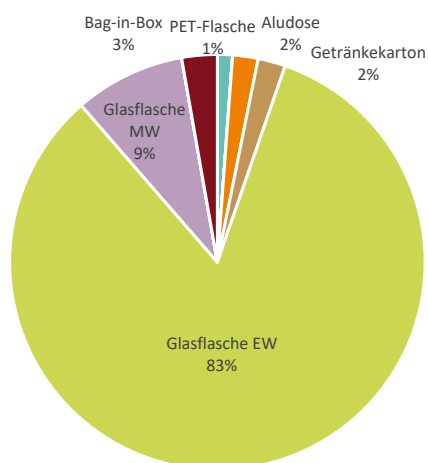


Abbildung 31: Anteil der Verpackungssysteme an dem Getränkevolumen im Sektor Wein

Sektor Spirituosen

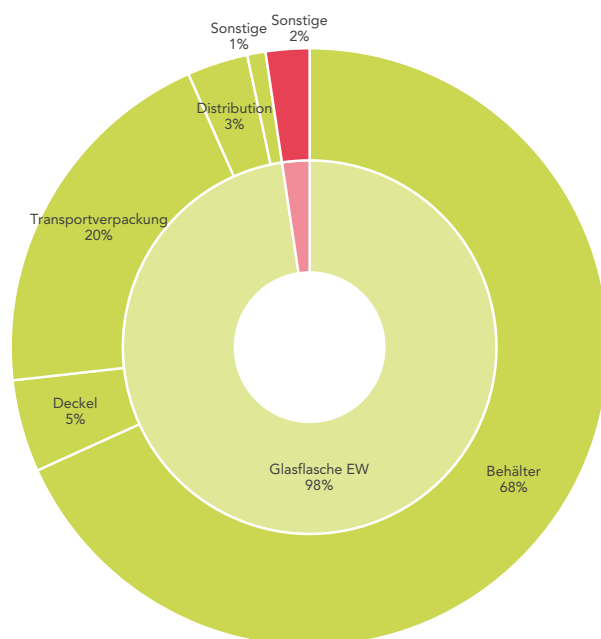


Abbildung 32: Umweltbelastung der Verpackungssysteme im Sektor Spirituosen

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

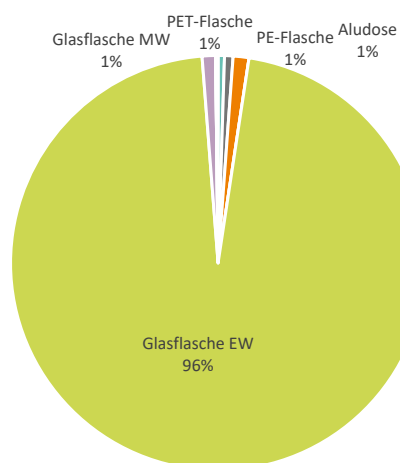


Abbildung 33: Anteil der Verpackungssysteme an dem Getränkevolumen im Sektor Spirituosen

Sektor Milch

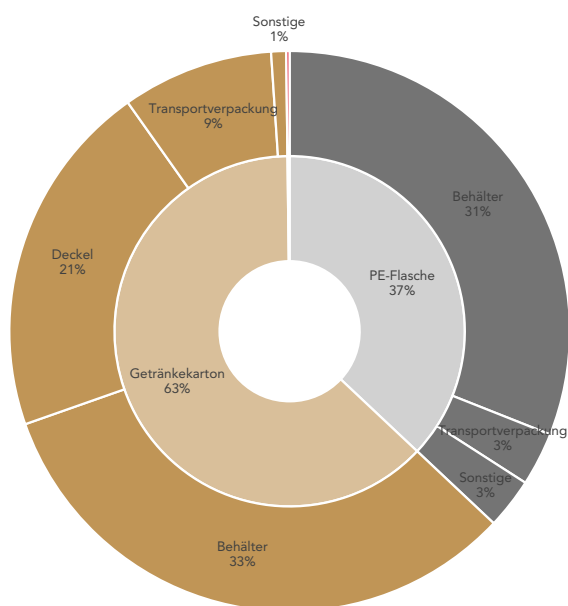


Abbildung 34: Umweltbelastung der Verpackungssysteme im Sektor Milch

UBP: Methode der ökologischen Knappheit 2021.

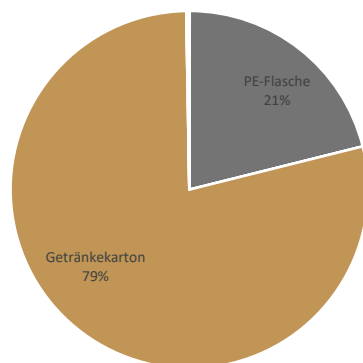


Abbildung 35: Anteil der Verpackungssysteme an dem Getränkevolumen im Sektor Milch

Ökobilanz schweizerische Getränkebranche

Bericht: Thomas Kägi und Mareike Weiner, Carbotech AG

Review Bericht: Dr. Fredy Dinkel, Steinenbühl 36, 4417 Ziefen

Auf der Basis: Schlussbericht vom 12. März 2024

1 Einleitung

Die Firma Carbotech AG erstellte für den Schweizerischen Verein für umweltgerechte Getränkeverpackungen (SVUG), das Bundesamt für Umwelt Schweiz (BAFU) und den Verein Getränkekartonrecycling eine Ökobilanz der Getränkeverpackungen für die sechs Sektoren Bier, Mineralwasser & Softdrinks, Obstsaft, Wein, Spirituosen sowie Milch. Der Review dieser Studie erfolgte durch Fredy Dinkel. Herr Dinkel hat früher in der Carbotech AG gearbeitet. Dennoch ist die Unabhängigkeit des Reviews gegeben, da er einerseits heute keine Anstellung und ökonomischen Interessen an der Firma Carbotech AG hat und andererseits in keiner Abhängigkeit der Auftraggeber der Ökobilanzstudie steht. Zudem erfüllt Fredy Dinkel auf Grund seiner über 30-jährigen Erfahrung in der Erstellung von Ökobilanzen sowie als Reviewer und als Dozent für Ökobilanzen an verschiedenen Hochschulen alle Bedingungen, die an einen Reviewer gestellt werden. Darüber hinaus kennt er als Co-Autor der Studie «Ökobilanz Getränkeverpackungen» im Auftrag des BAFU aus dem Jahre 2014 und anderer Studien zu Verpackungen dieses Thema gut.

Das vorliegende Review Dokument basiert auf dem Schlussbericht vom 12. März 2024, dieser wird im Folgenden als LCA-Bericht bezeichnet.

2 Prüfkriterien und Vorgehen

Auch wenn die Studie nicht strikt nach der ISO-Norm 14'040ff erfolgte, siehe Kapitel 3.3 sowie 3.10 im LCA-Bericht, so wurde der Prüfung die internationalen Normen ISO EN 14040 (ISO, 2006) und 14044 (ISO, 2014) zu Grunde gelegt, da diese Norm das Vorgehen bei einer Ökobilanzierung festlegt. Geprüft wurde nach den in der LCA-Rahmennorm 14040 vorgegebenen Kriterien, ob

1. das bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Vorgehen mit dieser internationalen Norm übereinstimmen
2. die angewendeten Methoden wissenschaftlich begründet sind und dem Stand der Ökobilanz-Technik entsprechen
3. die Rahmenbedingungen so gesetzt sind, dass die Fragestellungen sinnvoll beantwortet werden können
4. die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend und zweckmässig sind
5. die Auswertungen, die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Ökobilanz berücksichtigen
6. der Bericht transparent und nachvollziehbar ist
7. ob der Bericht in sich stimmig ist und die Beantwortung der Fragestellung schlüssig aus den Resultaten hergeleitet wird.

Der Review wurde begleitend durchgeführt. In der Startsitzen vom 19.09.2023 wurden die Rahmenbedingungen, das Vorgehen der Datenerhebung sowie die Methoden zur Auswertung festgelegt. Danach fanden verschiedene virtuelle und physische Besprechungen statt, u.a. eine ganztägige Sitzungen in der die Vordergrunddaten sowie deren Verknüpfungen mit den Hintergrunddaten und erste Resultate geprüft und diskutiert wurden. Im Rahmen dieses Prozesses bekam der Reviewer Einblick sowohl in die Vordergrunddaten und deren Aufbereitung wie auch in die verwendeten Hintergrunddaten und die sich daraus ergebenden Modellie-

rungen. Die Vordergrunddaten wurden soweit möglich auf Plausibilität geprüft. Die Modellierung und Verknüpfung mit den Hintergrunddaten erfolgten durch Stichproben. Soweit dies im Rahmen der Stichproben möglich ist, hat diese Prüfung gezeigt, dass das Modell korrekt ist und die Verknüpfungen mit den Hintergrunddaten sinnvoll sind. Unklarheiten wurden diskutiert und ggf. angepasst. Anschliessend wurde die Plausibilität der Resultate geprüft und die Erkenntnisse sind in die Schlussresultate eingeflossen. Zudem wurde dem Reviewer ein Entwurf des LCA-Berichtes vorgelegt. Dieser wurde geprüft und die Anregungen von Seiten des Reviewers sind weitgehend in den Schlussbericht eingeflossen. Da auch die anderen Anregungen des Reviewers umgesetzt wurden, sind diese nicht mehr im vorliegenden Bericht aufgeführt.

3 Allgemeine Kommentare und Würdigung

Das Vorgehen macht einen sehr guten Eindruck und entspricht den Anforderungen der Norm. Zudem zeigt es, dass die Mitarbeiter*innen von Carbotech langjährige Erfahrung in der Erstellung von Ökobilanzen haben. Die Annahmen und die Vorgehensweise sind klar dargelegt. Dazu zählen u.a. die Darstellung der Ausgangslage und die Definition der Fragestellung und der funktionellen Einheit. Die Systemgrenzen sind beschrieben und die inhaltlichen in einer schematischen Graphik dargestellt.

Positiv zu erwähnen ist auch der Umgang mit den Unsicherheiten, welche auf verschiedenen Ebenen behandelt wird. Die Ungenauigkeiten der Sachbilanz wurden mit einer Monte Carlo Analyse bestimmt. Die Resultate der Bewertungsmethode wurden abgesichert, indem eine zweite gesamttaggregierende Methode verwendet wurde. Am Beispiel der Milchverpackungen wurden zudem Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um die Auswirkungen verschiedener Einflussfaktoren, wie Recyclingquote, Transportdistanzen und Umlaufzyklen von Mehrweggebinden auf die Resultate aufzuzeigen.

Als vorbildlich ist die Transparenz der Studie zu nennen. Alle relevanten Vordergrunddaten werden aufgeführt oder können den referenzierten Studien entnommen werden, damit können die Resultate weitgehend nachvollzogen werden. Auch wenn dies eine wesentliche Anforderungen der Norm ist, so weisen viele Studien heute diese Transparenz nicht auf.

3.1 Ziele und Rahmenbedingungen

Das Ziel und die Verwendung der Studie werden klar und verständlich beschrieben. Als Vergleichsbasis wurden zwei verschieden funktionelle Einheiten verwendet. Diese entsprechen den zwei unterschiedlichen Fragestellungen und werden als sinnvoll erachtet. Ebenso erachtet der Reviewer die Systemgrenzen für diese Studie als sinnvoll gewählt. Sie sind so weit gewählt, dass die unterschiedlichen Prozessschritte berücksichtigt werden, die zur Beantwortung der Fragestellung notwendig sind und so eng, dass die Resultate aussagekräftig sind.

Explizit wurden auch diejenigen Lebensabschnitte aufgeführt, welche nicht betrachtet wurden. Als Begründung wurde angegeben, dass sie nicht direkt der Getränkeverpackung zuzuordnen sind. Das stimmt meistens, aber bei gewissen Punkten nicht ganz. So kann z.B. das Gewicht und die Art der Getränkeverpackung durchaus einen Einfluss auf die Art des Heimtransportes haben. Dies zu analysieren, entsprach nicht dem Ziel der Studie und voraussichtlich liegen auch keine belastbaren Daten dazu vor. Positiv ist, dass im Kapitel Grenzen der Studie der Einfluss von Verlusten aufgeführt ist. Eine quantitative Berücksichtigung dieses Einflusses war weder Ziel der Studie noch liegen meines Wissens belastbare Daten dazu vor.

3.2 Daten und Modellierung

Die verwendeten Vordergrunddaten werden als plausibel erachtet. Sie basieren weitgehend auf den Angaben der SVUG. Ergänzende Daten wie z.B. solche zu den Transportdistanzen wurden aus entsprechenden Studien übernommen. Die gewählten Hintergrunddaten (ecoinvent Prozesse) und deren Verknüpfungen mit den Vordergrunddaten können auf Grund der stichprobenartigen Prüfung als sinnvoll und für diese Studie als geeignet bezeichnet werden. Den CFF-Ansatz (Rickert & Citroth, 2020) für die Allokation beim Recycling zu verwenden, wird als sinnvoll erachtet, wenn dabei keine energetische Gutschrift für die Entsorgung in der KVA gewährt wird, wie dies korrekterweise in der Studie auch nicht gemacht wurde.

3.3 Bewertung und Interpretation

Gemäss Norm sollen für vergleichende Studien, welche für die Öffentlichkeit bestimmt sind, keine Methoden verwendet werden, welche die verschiedenen Umweltauswirkungen zu einer einzigen Kennzahl verrechnen. Dennoch sind genau solche Methoden gut geeignet, um klare Aussagen zu machen. Entsprechend begrüsst der Reviewer sehr, dass die Autoren diesbezüglich über die Norm hinausgegangen sind und die Methode der ökologischen Knappheit (MöK) (BAFU (Hrsg.), 2021) verwendet haben. Ein Set von 16 Umweltauswirkungen wurde berechnet und diskutiert, jedoch nicht im LCA-Bericht aufgeführt. Einzig der Indikator CO₂ Äquivalent wurde ausgewiesen, da dieser heute ein vieldiskutierter Indikator ist. Dies wird als sinnvoll erachtet, da die Erfahrung zeigt, dass das Ausweisen einer Vielzahl von Indikatoren eher zu Verwirrungen als zu Klärungen bei den Lesern führt. Viel wichtiger im Zusammenhang mit den Fragestellungen der Studie ist die Darstellung der Einflüsse der verschiedenen Lebensphasen auf das Endresultat. Dazu finden sich viele aufschlussreiche Graphiken im LCA-Bericht. Die Resultate der MöK wurden mit einer anderen gesamttaggregierenden Methode, EF-Methode (Andreasi Bassi, S u. a., 2023), überprüft und mit dem Reviewer diskutiert. Da deren Resultate keine anderen Schlussfolgerungen ergeben, wurden die Ergebnisse der EF-Methode nur im Anhang dargestellt, was für die Lesbarkeit des Berichtes sinnvoll ist.

3.4 Berichterstattung

Der Bericht ist klar strukturiert und beschränkt sich auf das Wesentliche, was für die Lesbarkeit des Berichtes hilfreich ist. Dennoch ist der Bericht so transparent gestaltet und enthält die notwendigen Informationen, damit das Vorgehen und die Resultate verstanden werden können. Der Bericht beantwortet alle Fragestellungen der Studie auf eine nachvollziehbare Weise und gibt Hilfestellungen zur Interpretation.

Der Preis für die Kompaktheit des Berichtes ist, dass gewisse Kapitel recht kurzgefasst sind. So muss im Methodenteil eine interessierte Person, welche keine Ökobilanz Kenntnisse hat, sich teilweise in die Originalliteratur vertiefen, wenn sie etwas mehr verstehen will, was dahintersteckt. Z.B. bei der Beschreibung der CFF-Formel oder der Bewertungsmethoden wäre etwas mehr Hintergrundinformation durchaus wünschbar. Das Thema Allokation und Recycling ist ein schwieriges und auch in Fachkreisen diskutiertes Thema. Diesem wurde daher extra ein Kapitel gewidmet, was positiv ist. Jedoch scheint mir, dass das Kapitel zu wenig klar und vollständig ist, damit es von einer Nicht-Fachperson einfach verstanden wird. Im Kapitel Resultate wie auch im Anhang sind viele Graphiken zu finden, welche einen wertvollen Einblick nicht nur in die Resultate, sondern auch deren Hintergründe geben. Teilweise wären etwas mehr Hilfestellungen zur Interpretation wertvoll. So verleitet z.B. die Darstellung pro Liter Inhalt zu Aussagen, welche Verpackung für ein bestimmtes Getränk ökologischer ist. Dies ist jedoch nur beschränkt der Fall, da eine solche Aussage u.a. auch gleiche Gebindegrössen berücksichtigen sollte. Dies war jedoch weder Auftrag noch mit den zur Verfügung gestellten Daten machbar. Entsprechend wäre es wünschbar, wenn dies im Kapitel Grenzen der Studie oder bei der Interpretation aufgeführt worden wäre.

4 Beurteilung

Auf Grund der gemachten Prüfungen, die dank dem Einblick in alle Annahmen und Daten sehr gut durchgeführt werden konnten, erfüllt die vorliegende Studie alle in Kapitel 2 aufgeführten Anforderungen an eine Ökobilanzstudie. Soweit dies auf Grund der gemachten Prüfungen beurteilt werden kann, sind unter den Rahmenbedingungen der Studie die Resultate korrekt, so dass sich die Auftraggeber auf die Ergebnisse der Studie verlassen können. Sie gibt einen umfassenden Überblick, über die ökologischen Auswirkungen der Getränkeverpackungen des Getränkemarktes der Schweiz. Damit liefert sie eine gute Grundlage, um zu erkennen, wo Verbesserungen stattgefunden haben und was noch viel wesentlicher ist, wo noch Optimierungen möglich sind. Diese zu spezifizieren und konkrete Verbesserungsvorschläge aufzuzeigen war nicht Auftrag dieser Studie und hätte deren Umfang gesprengt. Dazu sind vertiefte Analysen notwendig, welche jetzt angegangen werden können.

5 Literatur

Andreasi Bassi, S, Biganzoli, F., Ferrara, N., Amadei, A., Valente, A., Sala, S., u. a. (2023). Updated characterisation and normalisation factors for the Environmental Footprint 3.1 method. *JRC Technical Report, Publications Office of the European Union*. <http://doi.org/doi:10.2760/798894>

BAFU (Hrsg.). (2021). *Ökofaktoren Schweiz 2021 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit. Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz*. (S. 260). Bern: Bundesamt für Umwelt. Abgerufen von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/publikationen-studien/publikationen/oekofaktoren-schweiz.html>

ISO. (2006). *ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*. Geneva: International Standard Organisation.

ISO. (2014, August 12). ISO 14044:2006. Abgerufen 8. Januar 2024, von <https://www.iso.org/standard/38498.html>

Rickert, J., & Ciroth, A. (2020). *Application of the Circular Footprint Formula (CFF) in Product Environmental Footprint (PEF). Illustrated through a case study on intermediate paper products* (Bd. 11). Berlin: GreenDelta GmbH. Abgerufen von <https://www.greendelta.com/wp-content/uploads/2020/10/2020-10-PEF-application-of-CFF.pdf>

Ziefen, 13. März 2024



Dr. Fredy Dinkel